

**mgr Zbigniew Piskor**

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie

ORCID: 0000-0002-4456-1104

e-mail: zbpis@wp.pl

## ZAGROŻENIA ŚRODOWISKOWE W BEZPIECZEŃSTWIE TRANSPORTU LOTNICZEGO

## ENVIRONMENTAL THREATS IN AIR TRANSPORT SAFETY

### Streszczenie

Artykuł porusza problematykę zagrożeń środowiskowych jako ważnego czynnika, prowadzącego do zagrożeń w bezpieczeństwie transportu lotniczego. Jego celem jest analiza wpływu tego rodzaju zagrożeń na poziom bezpieczeństwa w transporcie lotniczym. Stosownie do przyjętego celu, sformułowano główny problem badawczy: jak zagrożenia środowiskowe wpływają na poziom bezpieczeństwa transportu lotniczego? Uzyskanie odpowiedzi na powyższe pytanie wymagało zastosowania metod badawczych – w tym dokonania krytycznej analizy aktów prawnych i wybranych pozycji literatury przedmiotu. Analiza wskazanych obszarów wskazuje, że aby poprawić wpływ transportu lotniczego na środowisko, należy rozważyć wprowadzenie odpowiednich środków oraz przyjęć wyznaczone kierunki zmian.

**Słowa kluczowe:** lotnictwo, bezpieczeństwo, ochrona, transport lotniczy, statek powietrzny

### Summary

The article discusses the issue of environmental hazards as an important factor leading to threats in the safety of air transport. Its aim is to analyse the impact of such threats on the level of safety in air transport. In accordance with the adopted objective, the main research problem was formulated: How do environmental hazards affect the level of safety of air transport? In order to answer the above question, it was necessary to use research methods, including a critical analysis of legal acts and selected literature on the subject. The analysis of the indicated areas indicates that in order to improve the impact of air transport on the environment, it is necessary to consider the introduction of appropriate measures and adopt the set directions of change.

**Keywords:** aviation, safety, security, air transport, aircraft

## Wstęp

Zagrożenia środowiskowe w lotnictwie to m.in. kolizje z ptactwem. Procedury minimalizowania ryzyka, w tym przypadku obejmują działania proaktywne oraz reaktywne a także współpracę cywilno-wojskową oraz międzynarodową organizacji i podmiotów nie tylko związanych z lotnictwem. Działania te wspierane są również przez ornitologów, użytkowników gruntów w rejonie lotnisk, w zakresie proaktywnych i kompleksowych programów ograniczania zagrożeń środowiskowych, jak również w zakresie prawodawstwa i analizy danych. Kolizje ze zwierzętami są głównym tematem prac WBA<sup>1</sup>. Zagrożenia naturalne jak burze, wiatr, turbulencje, oblodzenie to codzienność w pracy załóg lotniczych. Tworzenie planu działań zarządzania kryzysowego, poprzez budowanie świadomości i rzetelności w podejściu do sytuacji, jaka może zaistnieć w środowisku, w którym załogi lotnicze pracują, trwa latami.

Komunikacja lotnicza jest najdynamiczniej rozwijającą się gałęzią transportu. Latanie stało się normalną częścią naszego życia. Pomimo, że szacuje się, iż zaledwie 5% światowej populacji kiedykolwiek leciało samolotem, z usług transportu lotniczego korzysta coraz więcej podróżnych.

Lotnictwo XXI wieku zmaga się z wieloma nurtującymi pytaniami w obszarach działań, takich jak:

- środowisko,
- zarządzanie,
- społeczność.

Zagrożenia środowiskowe, takie jak: choroby, hałas, warunki meteorologiczne typu: burza, wiatr, uskok wiatru, mgła, śnieg, deszcz, lód, turbulencje, burze piaskowe, wyładowania atmosferyczne czy pożary, wymagają aby opracowany był Plan Zarządzania Kryzysowego<sup>2</sup> w każdej organizacji lotniczej. W tym celu służą sporządzane raporty GRF<sup>3</sup>, FOD<sup>4</sup>. Wszystko to sprawia, że zarządzanie bezpieczeństwem musi być zorganizowane na najwyższym poziomie, a organizacje za to odpowiedzialne powinny przechodzić treningi w jaki sposób reagować na zagrożenia.

## Bezpieczeństwo ruchu lotniczego i zdarzenia związane z ptakami

Szybki rozwój transportu lotniczego na niskich wysokościach, szczególnie poniżej wysokości 2000 ft AGL, w obszarach zurbanizowanych, to nowe wyzwanie dla zarządzania bezpieczeństwem lotów. Kolizje z ptakami tzw. „bird strikes”, oprócz uszkodzeń mogą doprowadzić do katastrofy lotniczej.

<sup>1</sup> WBA – World Birdstrike Association – Światowe Stowarzyszenie Zdarzeń z Ptakami.

<sup>2</sup> ERP – Plan Zarządzania Kryzysowego, Emergency Response Plan.

<sup>3</sup> GRF – Global Reporting Format – Ocena warunków na drodze startowej.

<sup>4</sup> FOD – Foreign Object Debris/ Damage – Zanieczyszczenia przez obce obiekty.

Kolizje samolotów z ptakami to dzisiaj najczęstsza z przyczyn, zgłaszanych incydentów przez załogi lotnicze. W sezonie, nad Polską, lata około 150 milionów ptaków. Do odstraszenia ich najczęściej używa się „drapoli” z rodziny sokołowatych. Na warszawskim lotnisku mieszkają rarogi, sokoły wędrownie i jastrzębie. Te ostatnie to ptaki krótkiego i błyskawicznego pościgu, które wywołują największą trwogę wśród ich potencjalnych ofiar.

Najbardziej niebezpiecznymi gatunkami ptaków dla lotnictwa są te, które osiągają duże rozmiary i latają na dużych wysokościach, takie jak: gęsi, sokoły czy orły. Szczególnie niebezpieczne są gęsi ponieważ latają w stadach, co zwiększa ryzyko kolizji. Służby lotniskowe poprzez urządzenia do odstraszenia ptactwa, takie jak elektroniczne odstraszacze z odgłosami różnych ptaków na lotnisku oraz sokolników, zabezpieczają strefy ruchu lotniczego: przylotów i odlotów, jak i również naziemnego ruchu samolotów. Niekiedy i te zabiegi zawodzą, ponieważ ptaki przyzwyczajają się do elektronicznych odgłosów. Przykładem jest wypadek samolotu Airbus A320<sup>5</sup>, który wydarzył się 15.01.2009 r., z 155 pasażerami na pokładzie – samolot, po starcie z lotniska w Nowym Yorku, wpadł w stado gęsi nisko przelatujących, co spowodowało, że silniki straciły moc. Nastąpiło lądowanie samolotu na rzece Hudson. Błyskawicznie podjęta decyzja o wodowaniu, z pozoru mogła wydawać się niewykonalna i określana jest: „Cudem na rzece Hudson”.

Większość kolizji dotyczy małych, pospolitych gatunków ptaków i zderzenie z nimi nie wpływa na przebieg lotu. Takie zjawisko zachodzi w otoczeniu lotnisk, w fazie startu bądź podejścia do lądowania. Zassanie ptaka do silnika, pracującego na wysokich obrotach, przez turbiny wentylatorowe, powoduje zniszczenie łopatek i uszkodzenie silnika. Stanowi to utratę mocy silnika lub też zaburzenia aerodynamiki skrzydła. Trafienia w skrzydło sięgają 31% wszystkich zdarzeń. Około 85% kolizji jest na wysokościach do 300 metrów nad ziemią. Na lotniskach stosuje się aktualnie uprawy, które nie przyciągają ptactwa i zwierzyny. Najważniejszym jest kontrola populacji ptaków krążących w pobliżu lotnisk, poprzez usuwanie ich gniazd. Stosuje się również pistolety hukowe. Innym sposobem jest też oświetlenie lotnisk, w sposób zapobiegający przyciąganiu ptaków. W przypadku aktywności ptactwa, załogi lotnicze, muszą otrzymywać informacje dla załóg lotniczych, poprzez depesze Notam<sup>6</sup>, ATIS<sup>7</sup> oraz COMM<sup>8</sup>.

Aby ochronić statki powietrzne przed zderzeniem ze zwierzyną, lotniska są zabezpieczone ogrodzeniem z podmurówką i wysokim płotem, zgodnie

<sup>5</sup> E. Klich, *Moja czarna skrzynka*, Czerwone i czarne, Warszawa 2012, s. 182–183.

<sup>6</sup> NOTAMS – Informacje wydawane i publikowane przez Służbę Informacji Lotniczej PAŻP.

<sup>7</sup> ATIS – Automatic Terminal Information Service – komunikat nadawany w języku angielskim w ruchu ciągłym dla załóg lotniczych o warunkach meteorologicznych i operacyjnych na lotnisku.

<sup>8</sup> COMM – dwustronna łączność lotnicza, TWR – statek powietrzny.

z przepisami 2,44 m, oraz zabezpieczeniem dolnym i górnym, wykonanym z paneli drucianych a także rozciągniętych metalowych siatek drucianych oraz drutu kolczastego lub ostrzowego. Pomimo tego, w przypadku niezamknięcia bram, zwierzyna przedostaje się na teren płaszczyzny lotniska. W takim przypadku należy wstrzymać operacje w ruchu lotniczym po płaszczyznach lotniska, do czasu usunięcia zwierząt. Lotniskowe ogrodzenia<sup>9</sup> muszą spełniać wymagania przepisów i audytów, aby zapewnić bezpieczeństwo i ochronę operacji lotniczych.

## Zagrożenia środowiskowe – wybrane rodzaje

### Popiół wulkaniczny

Popiół wulkaniczny jest jednym z największych zagrożeń dla lotnictwa, ponieważ może powodować awarie systemów pokładowych i silników. Przemieszcza się on na duże odległości, nawet do kilku tysięcy kilometrów. Składa się z cząstek mineralnych jak szkło wulkaniczne, które jest wydmuchiwane podczas erupcji w powietrze. Popiół zassany do silników, przedostając się do układu spalania, osadza się w nim, powodując zmniejszenie mocy silników, bądź całkowite ich wyłączenie. W ten sposób może dojść do uszkodzenia wirników turbin, a tym samym uszkodzenia całego silnika. W przypadku osadzenia się popiołu na oszkle niu kabiny pilotów, lądowanie może stać się trudnym do wykonania. Popiół, opadając na powierzchnię terenu, tworzy pokrywę, która może zasypać obiekty wielkości domów. Służby, władze i linie lotnicze współpracują ze sobą, prowadząc ciągły monitoring erupcji wulkanów. Utrzymują specjalne procedury w przypadku ich wystąpienia, aby minimalizować ryzyko dla pasażerów i personelu.

Żałogi lotnicze są informowane poprzez specjalny komunikat ASHTAM, którego ważność wynosi 24 godziny. Zmiana ASHTAM<sup>10</sup> musi być również dokonana po zmianie poziomu alarmowego. Podczas planowania operacji lotniczej, załoga musi uwzględnić poziom aktywności wulkanu, który opisany jest w informacji ASHTAM jako specjalny komunikat na temat stanu aktywności wulkanu.

Erupcja wulkanu, która wyrzuca w niebo popiół, lawę i ogień na wysokość 20 000 metrów, powoduje zamknięcie przestrzeni powietrznej w obrębie przemieszczającego się popiołu wulkanicznego, w celu uniknięcia obszarów z dużym stężeniem. Np.: w Indonezji po erupcji wulkanu Ruang<sup>11</sup> zostało wydane ostrzeżenie, o wstrzymaniu operacji lotniczych z międzynarodowego lotniska. Innym przykładem jest pył wulkaniczny, wywołany przez erupcję

<sup>9</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 10 października 2019 r. w sprawie wymagań dla ogrodzeń lotnisk użytku publicznego.

<sup>10</sup> ASHTAM | SKYbrary Bezpieczeństwo lotnicze.

<sup>11</sup> Indonezja: Wybuch wulkanu Ruang – ponad 12 tys. osób ewakuowanych (wnp.pl), [dostęp:01.05.2024 godz.: 13:00]

islandzkiego wulkanu Eyjafjallajökull w 2010 roku, w dniach od 14 kwietnia do 22 maja, który spowodował paraliż ruchu lotniczego nad Europą. Chmura pyłu przenoszona przez silny wiatr jest szczególnym przypadkiem zamglenia; osiadając na powierzchni tworzy pokrywę, która spowodowała utrudnienia w takiej skali, że straty u przewoźników wyniosły przeszło 1,7 mld dolarów, a zamknięcie nieba nad Europą na tydzień, zdecydowanie można zaliczyć do sytuacji kryzysowej.

W 2021 r. najpopularniejszą erupcją był Geldingadalir. Była to mała i łagodna erupcja, i można było ją obejrzeć z bliska. Dopóki świeża lava płynęła ze szczelin erupcyjnych, to właśnie Geldingadalir, zwany też Fagradalsfjall, był największą atrakcją Islandii.

Ze względu na zagrożenia, związane z erupcją i popiołem wulkanicznym, lotnictwo monitoruje działalność wulkanów i ich erupcję, a także utrzymuje specjalne procedury bezpieczeństwa w przypadkach ich wystąpienia. Jeśli dojdzie do erupcji, władze lotnicze i linie lotnicze, podejmują decyzje co do zamknięcia danego obszaru powietrznego, czy też do zmiany tras lotów, w celu uniknięcia obszarów o dużym stężeniu popiołu wulkanicznego. Decyzje te są podejmowane w oparciu o najnowsze informacje i analizy, dotyczące zagrożenia popiołem wulkanicznym.

## Mgła

Statek powietrzny jest najbardziej narażony na zagrożenia w ruchu naziemnym, przy ograniczonej widoczności, jak również w fazie startu czy lądowania. Możliwości uniknięcia strat, w przypadku napotkania przeszkody, są bardzo ograniczone. Statek powietrzny zazwyczaj zostaje uszkodzony po zderzeniu z przeszkodą-obiektem. Dlatego wprowadzane zostają procedury ograniczonej widzialności – LVP<sup>12</sup> gdy widzialność wzdłuż drogi startowej jest mniejsza niż 550 m lub wysokość decyzji mniejszej niż 200 ft.

Powszechnym zjawiskiem występującym na lotniskach, bardzo niebezpiecznym dla startów i lądowań samolotów, jest mgła<sup>13</sup>. Z powodu mgły, loty samolotów często są odwoływane lub ich start jest opóźniany, a lądowania przekierowywane są na inne lotniska. Ma to bezpośredni skutek w zakłóceniu ruchu lotniczego. Mgła jest zjawiskiem atmosferycznym, które pojawia się nagle i nie wiadomo jak długo będzie się utrzymywać. Długo utrzymująca się mgła, powoduje poważne perturbacje w ruchu lotniczym.

Duże zamglenie sprzyja także wypadkom i katastrofom w ruchu lotniczym na lotniskach, tak samo jak inne zjawiska meteorologiczne, które zmniejszają

<sup>12</sup> LVP – Low Visibility Procedures, Commission Implementing Regulation (EU) 2021/2237.

<sup>13</sup> Aeroklub PRL, szkolenie samolotowe, Meteorologia – Osady, mgły, chmury”, , Warszawa 1975, Wydawnictwo Komunikacji Łączności, s. 100–104.

ogólny poziom bezpieczeństwa ruchu lotniczego. Przykładem takiej katastrofy lotniczej jest ta, do której doszło na płycie lotniska Los Rodeos na Teneryfie, w dniu 27 marca 1977 roku, w trakcie kołowania, po tym samym pasie startowym dwóch samolotów: Boeing 747 linii lotniczych KLM i PanAm, w którym zginęło 583 osoby a 61 osób zostało uratowanych. Jedną z przyczyn tego tragicznego zdarzenia była ograniczona widoczność, spowodowana przez mgłę. Inną przyczyną był niezrozumiały język angielski między kontrolerami i pilotami samolotów oraz przeciążenie pracą na tym lotnisku jako zapasowym. Załoga samolotu KLM, po zajęciu pozycji do startu, w otoczeniu gęstej mgły, podjęła decyzję o starcie, nie widząc samolotu kołującego w ich kierunku po pasie startowym.

Do zagrożeń naturalnych (obiektywnych) należą anomalie pogodowe oraz inne czynniki uniemożliwiające eksploatację lotniska, w tym:

- gwałtowne porywy wiatru, tzw. trąby powietrzne,
- ulewne opady deszczu, wyładowania atmosferyczne,
- obfite opady śniegu i zamiecie śnieżne,
- zaleganie mgieł (przy ograniczeniu widoczności poniżej 600 m),
- zagrożenie powodziowe,
- obfite opady śniegu i zamiecie śnieżne lub (czego doświadczył świat w kwietniu 2010 roku) przemieszczające się w powietrzu pyły wulkaniczne.

## **Burze termiczne i frontowe**

Burze<sup>14</sup> powstają wskutek zderzenia ciepłych i zimnych mas powietrza, z chłodnym i wilgotnym wiatrem. Nagrzane powietrze, zwane konwekcją, unosi się do góry i powoduje ruch powietrza, inaczej prąd konwekcyjny, związany z różnicami temperatur, wznosząc powietrze w górę, w kominie termicznym. Zjawisko jest związane z intensywnym rozwojem chmur o strukturze pionowej Cumulus. Cumulonimbusy to chmury o pionowej budowie, a ich wysokość sięga do 20 km, w zależności od szerokości geograficznej i pory roku. Chmury powstają, gdy wilgotne, wznoszące się powietrze ochładza się do punktu rosy, czyli do temperatury, w której rozpoczyna się proces skraplania pary wodnej, znajdującej się w powietrzu. Specyfiką chmury burzowej, jest bardzo szybki ruch powietrza w górę, sięga nawet 50 km/h. Ten gwałtowny ruch prądów powietrznych powoduje, że krople wody, kryształki lodu, kulki gradu, płatki śniegu oraz inne drobiny, które znajdują się w chmurze, intensywnie zderzają się ze sobą. Te ciągłe kolizje oddziałują na nie elektrostatyczne. Burze termiczne występują w okresie od kwietnia do września. Cyrkulacja powie-

<sup>14</sup> P. Szewczak, *Meteorologia dla pilota samolotowego - Burze*, Poznań 2007, Avia-test, s. 288-311.

trza, która jest spowodowana poprzez kolorystykę rzeźby terenu, powoduje, że ciepłe powietrze unoszone jest do góry. Burze występują przez cały rok, a w okresie zimowym i wiosną, przybierają postać burz śnieżnych z mniejszą aktywnością elektryczną. Burze frontowe są najgwałtowniejszymi i najbardziej dynamicznymi. Powstają na wszystkich rodzajach frontów i styku dwóch skrajnie różnych mas powietrza: zwrotnikowego i polarnomorskiego – to zależy od tego, jak aktywny jest dany front. Z burzami związane są zjawiska wyładowań atmosferycznych, silnych turbulencji, oblodzenia, opadów deszczu, gradu, śniegu i silnego wiatru. Dla ominięcia burz na statkach powietrznych, zamontowane są radary meteorologiczne.

### **Burze piaskowe**

Burze piaskowe wywołują silne wiatry, pojawiające się wtedy, kiedy na gorące obszary pustynne i półpustynne wtargnie ciepłe powietrze. W wyniku konwekcji, gorące powietrze podnosi się do góry, powodując zmianę ciśnienia, a zatem silnego wiatru, który napotykając na swej drodze sypkie elementy, unosi się do góry. Burze piaskowe mogą osiągać wysokość nawet 6 km i szerokość blisko 100 km a prędkość oscyluje od 40 do 120 km/h. Pojawiają się nagle i niespodziewanie. Występują często w porze suchej od stycznia do kwietnia. Lokalne agencje meteorologiczne twierdzą, że w tym roku mają wyjątkową skalę i ograniczają widzialność do zaledwie 300–400 metrów a nawet dużo mniej. Małe ziarna diatomitu są unoszone przez silny wiatr i mogą być przenoszone przez setki, a nawet tysiące kilometrów. Zimą depresja wytwarza średnio 700 tys. ton pyłu dziennie. Piaskowe zamiecie mogą przemieszczać się na bardzo duże odległości. Pył saharyjski potrafi przemieścić się przez Ocean Atlantycki do Amazonii. W Polsce, poprzez silny wiatr południowy, występuje zjawisko zmętnienia powietrza – spowodowane jest ono zjawiskiem silnego wiatru, niosącego piach saharyjski.

### **Uderzenie pioruna**

Piorun<sup>15</sup> to silne wyładowanie elektryczne pomiędzy chmurą a ziemią lub w samej chmurze. Do wyładowań atmosferycznych dochodzi wtedy, kiedy w chmurze burzowej występuje gwałtowny ruch prądów powietrznych, wznoszących ciepłe powietrze i zstępujących zimne. Zderzenie kropli wody z kryształkami lodu, powoduje elektryzowanie się tych ciał. Powstaje ogromna różnica potencjałów pomiędzy podstawą chmury a ziemią rzędu 100 milionów woltów. Piorun ma temperaturę bliską 30 tys. stopni Celsjusza. Z kolei grzmot, jaki słyszymy przy wyładowaniu atmosferycznym, jest spowodowany powstaniem fali uderzeniowej rozprężającego się powietrza wokół błyskawicy.

<sup>15</sup> Wiljam Flight Training, *Manual of Aviation Meteorology, - Thunderstorms, Atmospheric Electricity*, s. 11–11.

W każdy samolot pasażerski piorun uderza średnio raz w roku. Uderzenie, o niewielkiej amplitudzie, w statek powietrzny jest minimalne. Uderzenia o dużej amplitudzie powodują kosztowne naprawy i wyłączenie z eksploatacji na określony czas. Piorun zwykle uderza w przednią część samolotu, taką jak dziób czy krawędź natarcia skrzydła i przemieszcza się wzdłuż całego kadłuba po ścieżce o najmniejszym oporze.

„To był jeden wielki huk, samolotem bardzo zatrzęsło i wręcz oślepiające światło opanowało całą kabinę, w której siedzieliśmy<sup>16</sup>” – komentowali podróżni, którzy przeżyli, uderzenie pioruna w samolot. Statystyki wskazują, że na całym świecie, każdego dnia, jest około 9 miliardów błyskawic, które występują przede wszystkim w tropikalnym klimacie.

## Oblodzenie

Oblodzenie<sup>17</sup> to proces tworzenia powłoki lodowej na powierzchni samolotu. Jest najniebezpieczniejszym zjawiskiem dla lotnictwa. Warunki powstawania oblodzenia są zależne od pory roku, temperatury powietrza, chmur, opadów, rzeźby terenu. Oblodzenie tworzy się w temperaturze zbliżonej lub niższej od 0°C. Tworzenie się powłoki lodowej, na statku powietrznym, następuje poprzez zamarzanie kropelek wody, pochodzących z chmury lub deszczu, osiadanie kryształków lodu lub śniegu, bądź resublimację, polegającą na bezpośrednim przejściu substancji z pary wodnej w fazę stałą, z pominięciem stanu ciekłego. Z uwagi na wysokość lotu oraz rodzaj chmur, tworzy się oblodzenie przezroczyste, matowe, mieszane, szadź lub szron. Lód przezroczysty, nazywany gołoledzią, występuje w chmurach kłębiastych – Cu, Cb, Ns, oraz w opadach marznących. Tworzy się on z przechłodzonych kropeł wody. Rozpływając się po skrzydle, tworzy gładką przezroczystą powierzchnię. Jest prawie niezauważalny, mocno przylega do powierzchni i trudno go usunąć przez kruszenie. Lód matowy tworzy się na powierzchni przez błyskawiczne zamarzanie w temperaturze niższej od minus 15°C, jako nieprzejrzysty osad, o szorstkiej powierzchni i ma postać matową, jest też bardzo kruchy. Występuje zawsze w marznącej mgłę a także w chmurach kłębiastych – Cu, Cb i warstwowych – Ns, St. Kruchy lód, odpadając od statku powietrznego, może uszkodzić inne elementy. Osadzanie się powłoki lodowej na krawędzi natarcia samolotu, przyczynia się do zmniejszenia zdolności aerodynamicznych, zwiększenia ciężaru.

Dla przykładu: 27.12.1991 roku, w chwilę po starcie z lotniska Sztokholm-Arlanda, wyłączyły się silniki samolotu MD-81 Scandinavian Airlines<sup>18</sup>.

<sup>16</sup> Piorun uderzył w samolot LOT. „Oślepiające światło opanowało całą kabinę”, Warszawa W Pigulce (warszawawpigulce.pl), [Dostęp: 26.04.2024, godz.: 12:30]

<sup>17</sup> E. Klich, *Bezpieczeństwo lotów „Zagrożenia wynikające z oblodzenia”*, PiB Radom, 2011, s. 155–157.

<sup>18</sup> Katastrofa lotu Scandinavian Airlines 751, Raport końcowy: REPORT C 1993:57, Air Traffic Accident on 27 December 1991 at Gottrora, AB country, Case L - 124/91, SHK Statens haverikommission Board of Accident Investigation, s. 11; – Wikipedia, wolna encyklopedia [dostęp: 01.05.2024 g. 12:00]



Samolot rozbił się 15 km od lotniska. Wszyscy wyszli bez szwanku. Przyczyną było niedokładne odlodzenie samolotu. Po starcie i ugięciu się skrzydeł pod ciężarem samolotu, oderwany lód wpadł do silników, powodując uszkodzenie i odmówienie posłuszeństwa. Samolot lądował awaryjnie zahaczając o drzewa i przełamując się na 3 części. Lód mieszany pojawia się, gdy w chmurze są zarówno małe i duże krople wody, śnieżynki, kryształki lodu. Z oblodzeniem takim spotykamy się w chmurach Cu i Cb w pobliżu temperatury minus 15°C, a w Ns przy temperaturze minus 10°C. Prędkość narastania lodu może się zmieniać i przeważnie mieści się w zakresie od 1cm/h do 2cm/min. Intensywność oblodzenia: słaba wynosi 0,5mm/min; umiarkowane od 0,5 do 1,0 mm/min; silne od 1,0 do 2,0 mm/min; bardzo silne większe od 2,0mm/min. (Systemy przeciwobladzeniowe nie radzą sobie z tym oblodzeniem). W zależności od oblodzenia elementów samolotu, może nastąpić niewłaściwe działanie sterów, pogorszenie widzialności, nieprawidłowe wskazania przyrządów, utrata łączności. 99% oblodzenia występuje pomiędzy 0°C a minus 20°C, w tym 50% między minus 8°C a minus 12°C. W okresie zimowym prawdopodobieństwo dochodzi do 90%. Chmury Sc, St należy opuścić poprzez zwiększenie wysokości i aby ta droga była jak najkrótsza.

## Hałas lotniczy

Hałas lotniczy<sup>19</sup> ma negatywny wpływ na środowisko naturalne oraz na ludzi zamieszkujących obszary, gdzie występują wzmożone operacje lotnicze, poprzez zakłócenia dźwiękowe, które naruszają komfort i spokój życia ludzi, zwierząt i roślin. Tempo przyrostu hałasu w globalnym świecie zwiększa się o 1-2 dB według raportów ODCE rocznie. Staje się on coraz bardziej uciążliwy. Stąd problematyka ta jest przedmiotem badań naukowych. Hałas jest niepożądanym i dokuczliwym zjawiskiem, poprzez dźwięki które rozpraszają i utrudniają wykonywanie określonej pracy. Poprzez centralny układ nerwowy, wpływa on destrukcyjnie na zdrowie człowieka, oddziałuje nie tylko na narząd słuchu, ale wpływa na pozostałe narządy. Utrudnia procesy myślowe, a zatem wydłuża czas reakcji na zachodzące zmiany i podejmowanie decyzji. Hałas o poziomie 35 dB jest nieszkodliwy dla zdrowia, natomiast o poziomie 35-70 dB wpływa ujemnie na organizm, powodując obniżenie ostrości widzenia, zmęczenie, zrozumienie mowy. 70-85 dB działa ujemnie na wydajność pracy i zdrowie poprzez zaburzenia nerwowe, bóle głowy. Hałas w przedziale 90-130 dB powoduje zaburzenia układu pokarmowego i układu krążenia. Poziom od 130 dB w wzwyż powoduje uszkodzenia organów wewnętrznych a tym samym choroby, mdłości, zaburzenia równowagi. Statki powietrzne generują duże

<sup>19</sup> Załącznik 16 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym, Ochrona środowiska, Tom I „Hałas statków powietrznych, wydanie ósme, lipiec 2017 r, s. II-1-1.

ilości hałasu. Hałas lotniczy charakteryzuje się wysokimi częstotliwościami. Poziom hałas uzależniony jest od rodzaju operacji statku powietrznego – start, lądowanie, kołowanie, wielkości statku powietrznego, masy startowej, ilości operacji startowi lądowań. Strefy najbardziej narażone na hałas znajdują się w pobliżu lotniska – to jest w korytarzach odlotowych i dolotowych do pasów starto-lądowań. Niektóre operacje lotnicze, takie jak: „medikal”, poczta czy niektóre loty towarowe cargo, odbywają się poza zakresem pracy portu lotniczego, z uwagi na rodzaj ładunku czy specyfikę lotu.

Hałas w rejonie lotnisk wojskowych ma inną specyfikę z uwagi na rodzaj silników, zastosowanych w wojskowych statkach powietrznych. Wojskowe samoloty nie mają wymogu ograniczenia emisji hałasu w przeciwieństwie do samolotów cywilnych, które obowiązuje posiadanie certyfikatu świadectwa hałasu dla każdego samolotu. Silnik turboodrzutowy wytwarza hałas około 140 dB, silnik turboodrzutowy 150dB. Po przekroczeniu prędkości dźwięku lecącego samolotu, powstaje fala uderzeniowa słyszalna w odległości nawet 50 km. W XXI wieku samoloty wyposażone są głównie w silniki turbowentylatorowe i odrzutowe, ale również turbośmigłowe i szkolne w tłokowe.

Działania ochronne przed negatywnymi skutkami hałasu lotniczego, powinny być uwzględnione w lokalnym planie zagospodarowania, chroniąc tym samym mieszkańców przed nadmiernym hałasem, kierując się zdrowiem mieszkańców oraz interesem ekonomicznym. Głośne dźwięki generowane przez statki powietrzne wpływają na zwierzęta oraz rośliny, prowadząc do ich migracji, z obszarów występowania dyskomfortu.

## Turbulencje

Turbulencje w lotnictwie<sup>20</sup> to ruchy mas powietrza, które wpływają na lot statku powietrznego, który opada czy też się wznosi. Samolot lecąc w przestrzeni, w której masy powietrza wokół przemieszczają się z różną prędkością, temperaturą i w różnych kierunkach, mogą wystąpić anomalie pogodowe. Do przyczyn turbulencji możemy zaliczyć prądy konwekcyjne i fronty atmosferyczne, powodujące zmiany ciśnienia, temperatury, kierunku i siły wiatru. Turbulencja czystego nieba<sup>21</sup> są to silne wiatry na dużych wysokościach, występujące zwykle w pobliżu prądów strumieniowych. Załogi lotnicze otrzymują bardzo szczegółowe mapy, które są aktualizowane w trakcie lotu, w celu uniknięcia tych obszarów. Prądy strumieniowe należy wykorzystać, aby zaoszczędzić czas i paliwo ale należy unikać obszarów turbulentnych. Ruchy samolotu powodują niepokój pasażerów. Może nam się wydawać, że w powietrzu jest dziura, ale samolot zawsze utrzymuje zadaną wysokość.

<sup>20</sup> P. Szewczak, *Meteorologia dla pilota samolotowego - Turbulencja i porywy wiatru*, Avia-test, Poznań 2007, s. 142-159.

<sup>21</sup> CAT - Clear Air Turbulence.

Boeing 777 linii Singapore Airlines<sup>22</sup> w trakcie lotu z Londynu do Singapuru napotkał silne turbulencje, które przyczyniły się do śmierci jednej osoby i hospitalizacji 85. Lot z 211 pasażerami i 18 członkami personelu został skierowany na lotnisko w Bangkoku, gdzie udzielono pomocy poszkodowanym. W wyniku wstrząsów doszło do znacznych uszkodzeń samolotu. Pasażerowie, którzy nie mieli zapiętych pasów bezpieczeństwa, odbijali się od fotela do sufitu, maski tlenowe powypadały a panele sufitowe uległy uszkodzeniu. Wypadek bada zespół ekspertów międzynarodowych do spraw bezpieczeństwa z producentem samolotu.

## **Przeciwdziałania zagrożeniom – zarządzanie kryzysowe w lotnictwie**

Brak zdarzeń w lotnictwie nie zawsze oznacza brak ryzyka. System zarządzania bezpieczeństwem powinien tworzyć całość a jego elementy wzajemnie współpracować. Informacje i decyzje wypracowane powinny być w sposób płynny, docierać do podległej kadry i służb lotniczych. Musi być on nadzorowany i monitorowany, aby zapobiegać powstawaniu wypadków i incydentów lotniczych. Każda organizacja lotnicza prowadząca działalność musi posiadać „PLAN DZIAŁANIA W SYTUACJACH KRYZYSOWYCH”. Za sytuację kryzysową uważa się zdarzenie mogące spowodować zakłócenie pracy organizacji lotniczej. W operacjach statków powietrznych na ziemi i w powietrzu służby muszą być przygotowane na działania w sytuacji kryzysowej. Instrukcje, kluczowy personel, sprzęt i ustanowiony, uprawniony organ do prowadzenia działań w sytuacjach: od zwykłych operacji do kryzysowych, poprzez koordynację w kontynuowaniu rozwiązywania zaistniałej sytuacji, aż do powrotu, do normalnych działań operacji lotniczych na lotnisku, w porcie lotniczym czy w trakcie lotu.

Plan działania w sytuacjach zagrożenia (Emergency Response Plan<sup>23</sup>) jest formalnym dokumentem, opracowanym w formie podręcznika, który zawiera zintegrowany zestaw działań i procedur, obowiązków, zadań wymaganych do wykonania przez wyznaczony personel, które powinny być wdrożone w przypadku wystąpienia nagłego zdarzenia lub awarii związanych z sytuacjami zagrożenia, dotyczącymi portu lotniczego<sup>24</sup>, z uwzględnieniem Katalogu incydentów zagrożeń terrorystycznych dla lotnictwa cywilnego opracowany przez ULC Departament Ochrony w Lotnictwie Cywilnym<sup>25</sup>.

<sup>22</sup> Accident: Singapore B773 near Bangkok on May 21st 2024, severe turbulence kills one and injures 85 (avherald.com) [dostęp: 24.05.2024, godz.: 20:00]

<sup>23</sup> Emergency Response Planning (icao.int)

<sup>24</sup> ICAO, Doc. 9137 – AN/898 część 7, Podręcznik służb portu lotniczego część 7 Planowanie Działań w Sytuacjach Zagrożeń w Porcie Lotniczym, wyd. 2, 1991, s. 1.

<sup>25</sup> ULC Departament Ochrony w lotnictwie cywilnym Warszawa 10.02.2020.

Plan Działań Kryzysowych jest tworzony dla ułatwienia zarządzania skutkami zagrożeń i zmniejszenia ich dolegliwości na poniższym schemacie. Plan ten określa odpowiedzialność poszczególnych stanowisk; ustanawia procedury działań kryzysowych, wyznacza kanały łączności, określa reakcję wewnętrzną organizacji na sytuacje kryzysowe oraz współdziałanie z osobami badającymi wypadek i służbami ratowniczymi oraz kontakty z mediami publicznymi w przypadku poważnych incydentów. Personel powinien być odpowiednio przeszkolony tak, aby procedury działań kryzysowych były uruchomione w przypadku zaistnienia wypadku lub poważnego incydentu. Ćwiczenia sytuacji kryzysowych powinny być przeprowadzane regularnie w celu zapewnienia odpowiedniego treningu personelu i ujawnienia jakichkolwiek niedostatków. Szkolenia i ćwiczenia powinny być zapisywane z uwzględnieniem podjętych działań w przypadku ujawnienia niedostatków<sup>26</sup>. ERP koncentruje się na działaniach realizowanych na rzecz minimalizacji ryzyka wystąpienia sytuacji kryzysowej, a po wystąpieniu sytuacji zawiera rozwiązania stosowane podczas faz reagowania i odbudowy. Sytuacja kryzysowa zaistnieć może wszędzie, a ich neutralizacja jest rzeczą niewykonalną – warunkiem niezbędnym jest zidentyfikowanie czynników, które mogą zaistnieć na zewnątrz jak i wewnątrz organizacji<sup>27</sup>.

## Podsumowanie

Perspektywy rozwoju globalnego lotnictwa uzależnione jest od kosztów energii i środków bezpieczeństwa. Korzystając z transportu usług przewozu lotniczego powinniśmy czuć się bezpiecznie. Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego (ICAO) oraz Międzynarodowe Zrzeszenie Portów Lotniczych (ACI)<sup>28</sup> cyklicznie organizują symposium, poświęcone zagrożeniom, powodowanym przez ptaki i zwierzęta w operacjach lotniczych „Wildlife Strike Hazard Reduction”. Niezbędne są szkolenia dla personelu lotnisk, w zwiększenia efektywności zarządzania ryzykiem środowiskowym, np. standaryzacja oceny ryzyka kolizji z ptactwem. Lotniskowe służby ratowniczo – gaśnicze muszą być przygotowane do sytuacji zagrożenia i posiadać plan działania w rejonie operacyjnym lotniska, z uwzględnieniem działalności prowadzonej na lotnisku. Koordynację działań, w tym ratowniczych, prowadzonych na i w rejonie operacyjnym lotniska. Monitoring ptaków w obszarach okołolotniskowych i lotniskowych z wykorzystaniem programów radarów ptasich i meteorologicznych, w ogólnie dostępnych systemach, do analizy ryzyka i planowania działalności operacyjnej.

<sup>26</sup> ICAO – Doc 9859, *Safety Management Manual (SMM)*, wyd 2 2009, s. 5-10.

<sup>27</sup> B. Grenda J. Nowak, *Wybrane problemy zarządzania kryzysowego w organizacjach lotniczych*, AON, Warszawa 2013, s. 54.

<sup>28</sup> ACI – Airports Council International – Międzynarodowe Zrzeszenie Portów Lotniczych.

Hałas powoduje poważne konsekwencje ekonomiczne poprzez np. obniżenie wydajności pracy osób zamieszkujących dany teren. Dzieci, zamieszkujące w dzielnicach o dużym natężeniu hałasu, mają problemy z czytaniem, przyswajaniem nowych wyrazów, pamięcią, dlatego tak ważne jest podejmowanie działań w ograniczaniu hałasu lotniczego, poprzez zastosowanie cichszych samolotów i optymalizację tras lotów z wykorzystaniem GPS. Aby poprawić wpływ transportu lotniczego na środowisko należy rozważyć następujące środki:

1. Inwestycje w nowe rozwiązania logistyczne, które pozwolą zwiększyć ładowność statków powietrznych, a tym samym zmniejszyć ilość operacji, co przyczyni się do ograniczenia wpływu transportu lotniczego na środowisko,
2. Rozwój lotnisk bardziej przyjaznych dla środowiska, które wykorzystują energię odnawialną i mają infrastrukturę do odprowadzania zanieczyszczeń,
3. Rozważne wprowadzenie opłat ekologicznych, aby zachęcić linie lotnicze, przewoźników do stosowania przyjaznych dla środowiska rozwiązań oraz rekompensują szkody środowiskowe spowodowane przez transport lotniczy,
4. Rozwój ekologicznych silników i technologii, które zmniejszą emisję gazów cieplarnianych,
5. Obecnie brak jest metod określania poziomu zagrożeń, związanych z obecnością ptaków,
6. Lotniska muszą ograniczyć ilość operacji lotniczych w porze nocnej do minimum nad aglomeracjami o zwartej zabudowie, w szczególności w operacjach startu,
7. Wprowadzenie innowacji technologicznych, takich jak: systemy monitorowania i analizy danych, co pozwoli w udoskonalaniu skuteczności systemu bezpieczeństwa w transporcie lotniczym,
8. Kompetencje i umiejętności personelu w organizacjach, są najważniejszym elementem poprawnie funkcjonującego systemu.

Proponowane środki mają na celu zmniejszenie negatywnego wpływu transportu lotniczego na środowisko naturalne. Inwestycje w nowe technologie logistyczne mogą zwiększyć ładowność samolotów, co ograniczy liczbę lotów i emisję gazów cieplarnianych. Rozwój lotnisk, korzystających z energii odnawialnej oraz systemów oczyszczania zanieczyszczeń może zmniejszyć ślad ekologiczny infrastruktury lotniskowej. Wprowadzenie opłat ekologicznych zachęci linie lotnicze do stosowania bardziej przyjaznych dla środowiska rozwiązań. Rozwój ekologicznych silników i technologii może zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych. Ograniczenie operacji lotniczych w nocy, może

zmniejszyć negatywne skutki hałasu. Wprowadzenie innowacji technologicznych, takich jak systemy monitorowania danych, pomogą w poprawie bezpieczeństwa i efektywności transportu lotniczego. Podniesienie kompetencji personelu lotniczego będzie przyczyniać się do bardziej zrównoważonego i bezpiecznego funkcjonowania branży lotniczej.

Perspektywy rozwoju globalnego lotnictwa uzależnione jest od kosztów energii i środków bezpieczeństwa. Korzystając z transporty usług przewozu lotniczego powinniśmy czuć się bezpiecznie, tak aby ponownie polecieć. Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego (ICAO) oraz Międzynarodowe Zrzeszenie Portów Lotniczych (ACI)<sup>29</sup> cyklicznie organizują sympozjum poświęcone zagrożeniom powodowanym przez ptaki i zwierzęta w operacjach lotniczych „Wildlife Strike Hazard Reduction”. Dla zwiększenia zarządzania środowiskowym niezbędne są szkolenia dla personelu lotnisk, aby zwiększyć efektywność zarządzania ryzykiem środowiskowym w tym standaryzacja oceny ryzyka kolizji z ptactwem. Lotniskowe służby ratowniczo – gaśnicze muszą być przygotowane do sytuacji zagrożenia i posiadać plan działań w sytuacji zagrożenia w rejonie operacyjnym lotniska z uwzględnieniem działalności prowadzonej na lotnisku. Koordynację działań w tym ratowniczych prowadzonych na i w rejonie operacyjnym lotniska. Monitoring ptaków w obszarach okołolotniskowych z wykorzystaniem programów radarów. ptasich i meteorologicznych w ogólnie dostępnych systemach do analizy ryzyka i planowania działalności operacyjnej.

Hałas powoduje poważne konsekwencje ekonomiczne poprzez np., obniżenie wydajności pracy. Dzieci zamieszkujące w dzielnicach o dużym natężeniu hałasu mają problemy z czytaniem, przyswajaniem nowych wyrazów, pamięcią. Podejmowanie działań w ograniczaniu hałasu lotniczego poprzez zastosowanie cichszych samolotów, optymalizacja tras lotów z wykorzystaniem GPS. Aby poprawić wpływ transportu lotniczego na środowisko należy rozważyć następujące środki:

1. Inwestycje w nowe rozwiązania logistyczne, które pozwolą zwiększyć ładowność statków powietrznych, a tym samym zmniejszyć ilość operacji co przyczyni się do ograniczenia wpływu transportu lotniczego na środowisko,
2. Rozwój lotnisk bardziej przyjaznych dla środowiska, które wykorzystują energię odnawialną i mają infrastrukturę do odprowadzania zanieczyszczeń,
3. Rozważne wprowadzenie opłat ekologicznych, aby zachęcić linie lotnicze, przewoźników do stosowania przyjaznych dla środowiska rozwiązań oraz rekompensują szkody środowiskowe spowodowane przez transport lotniczy,

<sup>29</sup> ACI – Airports Council International – Międzynarodowe Zrzeszenie Portów Lotniczych.

4. Rozwój ekologicznych silników i technologii, które zmniejszą emisję gazów cieplarnianych,
5. Obecnie brak jest metod określania poziomu zagrożeń związanych z obecnością ptaków,
6. Lotniska muszą ograniczyć ilość operacji lotniczych w porze nocnej do minimum nad aglomeracjami o zwartej zabudowie w szczególności w operacjach startu,
7. Wprowadzenie innowacji technologicznych, takich jak systemy monitorowania i analizy danych, co pozwoli w udoskonalaniu skuteczności systemu bezpieczeństwa w lotniczym transporcie lotniczym.
8. Kompetencje i umiejętności personelu w organizacjach stawiane za priorytetowe.

Proponowane środki mają na celu zmniejszenie negatywnego wpływu transportu lotniczego na środowisko naturalne. Inwestycje w nowe technologie logistyczne mogą zwiększyć ładowność samolotów, co ograniczy liczbę lotów i emisję gazów cieplarnianych. Rozwój lotnisk korzystających z energii odnawialnej oraz systemów oczyszczania zanieczyszczeń może zmniejszyć ślad ekologiczny infrastruktury lotniskowej. Wprowadzenie opłat ekologicznych zachęci linie lotnicze do stosowania bardziej przyjaznych dla środowiska rozwiązań. Rozwój ekologicznych silników i technologii może dalej zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych. Ograniczenie operacji lotniczych w nocy może zmniejszyć negatywne skutki hałasu na terenach zamieszkałych. Wprowadzenie innowacji technologicznych, takich jak systemy monitorowania danych, pomoże w poprawie bezpieczeństwa i efektywności transportu lotniczego. Podniesienie kompetencji personelu lotniczego może przyczynić się do bardziej zrównoważonego i bezpiecznego funkcjonowania branży lotniczej.

## Bibliografia

1. Aeroklub PRL, *szkolenie samolotowe, Meteorologia, WKiŁ*, Warszawa 1975,
2. Ciekankowski Z., *Współczesne zagrożenia bezpieczeństwa państwa*, cz. II, PSW im. JPil w Białej Podlaskiej, Biała Podlaska 2021.
3. Grenda B., Nowak J., *Wybrane problemy zarządzania kryzysowego w organizacjach lotniczych*, AON, Warszawa 2013,
4. Klich E., *Moja czarna skrzynka*, Czerwone i Czarne sp. z o.o., Warszawa 2012,
5. Klich E., *Bezpieczeństwo lotów*, PIB, Radom 2011,
6. Skakuj M., *Zarządzanie Zagrożeniami Środowiskowymi na lotniskach w FIR Warszawa*, Wersja 01-06/2020.
7. Szewczak P., *Meteorologia dla pilota samolotowego*, AVIA-TEST, Poznań 2007,
8. Wesley L. Mooty, Flight Standards Service, FAA, *Aviation Weather Handbook*, Washington 2022,

## Akty prawne

1. ICAO, Doc. 9974, Flight Safety and Volcanic Ash, 2012
2. ICAO, EUR Doc. 019, NAT Doc. 006, Part II, Plan awaryjny na wypadek pojawienia się pyłu wulkanicznego, Dla rejonu Europy i północnego Atlantyku 2010,
3. ICAO ASIA/PACIFIC VOLCANIC ASH EXERCISE DIRECTIVE VOLCEX 19/01.
4. Plan działania w sytuacji zagrożenia – Rozdział 5 – Przygotowanie lotnisk do sytuacji zagrożenia oraz lotniskowych służb ratowniczo-gaśniczych. Dz.U.2022.453.
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów substancji lub energii w środowisku przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem lub portem (Dz.U. z 2011 r. nr 140 poz.824.),
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 10 października 2019 r. w sprawie wymagań dla ogrodzeń lotnisk użytku publicznego. Dz.U. 2019 poz. 2155.
7. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. prawo ochrony środowiska (t. jedn. Dz. U. z 2013 r. poz. 1232 ze zm.),
8. Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze. Dz.U. 2002 nr 130 poz. 1112.

## Netografia

1. Ashtam, SKYbrary Aviation Safety, <https://skybrary.aero/articles/ashtam>,
2. Accident: Singapore B773 near Bangkok on May 21st 2024, severe turbulence kills one and injures 85 (avherald.com).