

Rozdział 20

Zarządzanie ryzykiem środowiskowym w ruchu lotniczym

dr Michał Skakuj

Komitet ds. Zderzeń Statków Powietrznych ze Zwierzętami, działający przy Urzędzie Lotnictwa Cywilnego
ekoaviation@michalskakuj.pl

Streszczenie. Kolizje statków powietrznych z ptakami notowane są od samego początku historii lotnictwa. Liczba kolizji z ptakami na świecie i w Polsce rośnie proporcjonalnie do liczby operacji lotniczych. Kolizje z dużymi oraz stadnymi gatunkami ptaków mogą mieć bardzo poważne konsekwencje, łącznie z wypadkami oraz śmiercią załóg i pasażerów. W Polsce potencjalne zagrożenie należy łączyć przede wszystkim ze wzrostem populacji takich ptaków takich jak gęsi, szponiaste, mewy oraz z uwagi na liczbę lęgowych bocianów. Koszty kolizji z ptakami dla światowego lotnictwa cywilnego to ponad 2 mld USD rocznie. Analizy zagrożeń dla ruchu lotniczego ze strony ptaków powinny uwzględniać dane o kolizjach i informacje o występowaniu ptaków na lotnisku oraz w strefach bezpieczeństwa w promieniu 13 km od lotniska. Do większości kolizji dochodzi na niewielkich wysokościach, a więc na lotniskach i w ich sąsiedztwie. Są to zazwyczaj kolizje z drobnymi ptakami, jednak czasem dochodzi do kolizji z dużymi ptakami, które szczególnie w stadach, stanowią poważne zagrożenie. Nawet niewielki wzrost prędkości lotu ma olbrzymi wpływ na skalę uszkodzeń. Wciąż rozwijane są technologie radarowe pozwalające na identyfikowanie zagrożeń dla ruchu lotniczego w czasie rzeczywistym na bardzo dużych obszarach przestrzeni powietrznej. Przedstawiona w tej pracy kompleksowe zarządzania ryzykiem środowiskowymi obejmuje zarówno konstrukcje statków powietrznych - odpowiednie poziomy wytrzymałości, jak i działania ściśle związane z ruchem lotniczym - ograniczenie prędkości do 250 węzłów na wysokości poniżej 10000 stóp czy procedury związane z funkcjonowaniem lotniska. Programy kontroli środowiska ograniczające obecność ptaków powinny uwzględniać zarówno położenie lotniska, zachowanie i występowanie ptaków oraz charakterystykę siedlisk wraz z możliwością ich modyfikacji.

Słowa kluczowe: kolizje, ptaki, bezpieczeństwo

1 Wprowadzenie

Historia lotnictwa związana jest od samego początku z kolizjami statków powietrznych z ptakami. Pierwsze takie zdarzenie odnotowali już pionierzy lotnictwa 7 sierp-

nia 1908 roku. Orville Wright w trakcie lotu pokazowego wleciał w stado małych ptaków i zderzył się z jednym z nich. W 1912 roku w Kalifornii, po kolizji z mewą, miał miejsce pierwszy tragiczny wypadek w którym śmierć poniósł pilot samolotu.

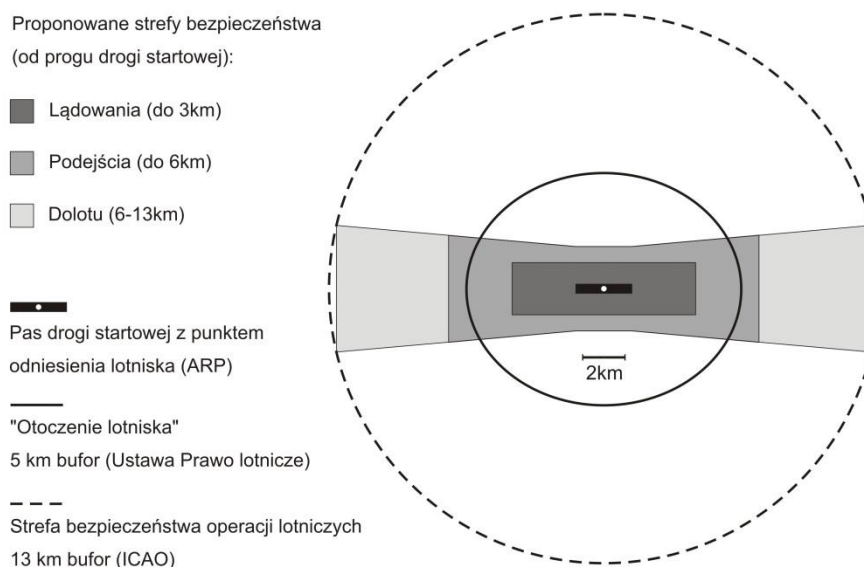
Od około połowy ubiegłego wieku datuje się gwałtowny rozwój komunikacji lotniczej i popularności lotnictwa ogólnego. Stale rosnąca liczba operacji lotniczych sprawia, że proporcjonalnie rośnie również liczba kolizji z ptakami (Dolbeer et al., 2012). Co roku na świecie dochodzi do tysięcy kolizji z ptakami, z czego olbrzymia większość nie powoduje uszkodzeń. Jednak ok. 15% kolizji kończy się uszkodzeniami statków powietrznych i w efekcie może wpływać na przebieg lotu. Bardzo poważne kolizje kończące się wypadkami zdarzają się bardzo rzadko. Od początku lotnictwa do 2012 roku odnotowano 55 poważnych wypadków lotniczych będących konsekwencją zderzenia z ptakami, w których zginęło 276 osób (Thorpe, 2012). Zjawisko kolizji, w tym także wypadków, dotyczy również ssaków (w tym nietoperzy), gadów, płazów, a także owadów (MacKinnon et al, 2004; Dolbeer 2013). Jednak kolizje z ptakami stanowią większość, dlatego dane dotyczące awifauny (liczebności gatunków, obszary największych koncentracji, natężenie i obszary migracji oraz zachowania ptaków) są tak istotne dla analiz zagrożeń dla ruchu lotniczego (Sodhi, 2002; Dolbeer, 2003; Kelly & Allan, 2006).

Znaczenie zagrożeń związanych z ptakami i innymi zwierzętami jest wyraźnie podkreślane w wielu dokumentach Organizacji Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (International Civil Aviation Organization – ICAO). Od wielu lat kolizje ze zwierzętami są tematem prac komitetu IBSC (International Bird Strike Committee), który przekształcił się w 2012 roku w WBA (World Birdstrike Association). W Polsce zagadnieniami tymi zajmuje się Komitet ds. Zderzeń Statków Powietrznych ze Zwierzętami, działający przy Urzędzie Lotnictwa Cywilnego (ULC).

2 Obszary zagrożenia kolizją z ptakami

Większość kolizji z ptakami ma miejsce na małych wysokościach i dotyczy przede wszystkim faz startu i lądowania samolotów, a więc obszaru lotniska i jego najbliższego sąsiedztwa, gdzie samoloty znajdują się na wysokościach do ok. 500 stóp (ft) nad ziemią (ok. 70% kolizji). Światowe dane wskazują że 80-85% kolizji dotyczy wysokości do około 1000 ft (300 m) nad ziemią, kolejne 10% kolizji zachodzi na wysokościach do ok. 1500 ft (500 m) (EASA, 2009; Maragakis, 2009; Dolbeer et al, 2012). Najwyżej odnotowana kolizja z ptakiem dotyczyła sępa uszatego *Torgos tracheliotos* w Afryce Południowej na wysokości ok. 11300 m (Laybourne, 1974) jednak kolizje na poziomach lotu powyżej 10000 ft są niezwykle rzadkie. Jedyne istniejące bardziej precyzyjne dane z Polski dotyczą lotnictwa wojskowego gdzie w ostatnich latach notuje się wzrost liczby kolizji z ptakami w fazie startu na wysokościach poniżej 600 ft (ok. 200 m) (Skakuj & Ziółkowski, 2013). Większość kolizji nie niesie ze sobą uszkodzeń i nie wpływa na przebieg lotu, wynika to z niskich prędkości lądujących lub startujących samolotów oraz małej masy ptaków (większość kolizji dotyczy małych, pospolitych gatunków). Z drugiej jednak strony każde zakłócenie przebiegu startu lub lądowania związane jest z podwyższonym ryzykiem.

Zaproponowany (rys. 1) podział na strefy bezpieczeństwa uwzględnia 13 km obszar analiz zagrożeń zalecany przez ICAO (2012); (Sowden et al, 2007, Skakuj et al, 2014). Uwzględnia także trasy startów i lądowań oraz możliwość przemieszczania się ptaków w rejonie tras przelotu statków powietrznych. Zasadą jest to, że im niżej znajduje się lądujący samolot tym ryzyko kolizji jest większe. Przy czym najistotniejsze są: tzw. strefa podejścia oraz strefa lądowania, gdzie lądujące samoloty znajdują się odpowiednio na wysokościach poniżej 1000 ft oraz poniżej 500 ft. Strefy te rozciągają się do ok. 3 km (strefa lądowania) oraz do ok. 6 km (strefa podejścia) od progu drogi startowej. Dodatkowo wykorzystanie procedur SID (Standard Instrument Departure) i STAR (Standard Instrument Arrival) powoduje, że samoloty w rejonach portów lotniczych przelatują nad ściśle określonymi obszarami. Ma to z kolei duże znaczenie przy analizach potencjalnego oddziaływania na ptaki. Precyzyjne określenie trasy przelotów w istotnym stopniu zawęży obszar potencjalnego oddziaływania związanego głównie z emisją hałasu (Skakuj & Janiszewski, 2014).



Rys. 1. Proponowane strefy bezpieczeństwa operacji lotniczych

Występowanie ptaków jest uzależnione od szeregu czynników, z których jako najważniejsze należałoby wymienić: dostępność pokarmu, możliwość gniazdowania oraz małe zagrożenie drapieżnicze. Oczywiście zasadniczą rolę odgrywają też uwarunkowania klimatyczne i geograficzne wpływające np. na charakter i skalę w tym także wysokości migracji ptaków. Duże, otwarte tereny lotnisk są bardzo atrakcyjne dla ptaków. Zazwyczaj mniejsza jest tu presja drapieżników (lisy, psy, dziki) co dodatkowo podnosi atrakcyjność tych obszarów jako miejsc odpoczynku, żerowania oraz gniazdowania wielu gatunków ptaków preferujących właśnie tego typu siedliska łąkowe. Sposób użytkowania terenów lotnisk (regularne koszenie, mały ruch ludzi)

sprawia, że są to obszary charakteryzując się zazwyczaj większą dostępnością pokarmu (DeVault & Washburn, 2013). Ponadto infrastruktura lotniskowa, która nie jest chroniona systemami kolcowymi, dostarcza licznych czatowni na samej płycie lotniska. Olbrzymia większość ptaków spotykanych na lotniskach w Polsce to drobne ptaki wróblowe *Passeriformes*, krukowate *Corvidae*, szponiaste *Accipitriformes* oraz mewy *Lariidae*. Liczne występowanie krukowatych oraz mew w przypadku wielu lotnisk związane jest z lokalizacją w ich pobliżu wysypisk, portów morskich oraz zbiorników wodnych (Skakuj et al., 2014). Dlatego w analizach zagrożeń dla ruchu lotniczego tak istotne jest odniesienie się do występowania ptaków na obszarach w otoczeniu lotnisk (MacKinnon et al., 2004; Dolbeer, 2011). Duże zbiorniki wodne, rozlewiska rzek, zatoki morskie stanowią istotne miejsca koncentracji ptaków w okresach migracji, a także zimowania. Z jednej strony zapewniają mały stopień penetracji ludzi, z drugiej zaś bogatą bazę pokarmową związaną z płytkimi akwenami wodnymi lub obszarami zalewanymi łąk. Inne siedliska są ważne z uwagi na gniazdujące tam duże gatunki ptaków takich jak szponiaste (np. orły rodzaj *Aquila*) czy też bociany *Ciconia ciconia*. Często tereny o największych koncentracjach ptaków i najbogatszych lęgówiskach określonych gatunków są obszarami chronionymi czy to w oparciu o Parki Narodowe czy też w ramach obszarów specjalnej ochrony (OSO) sieci Natura 2000. Są to zarówno obszary cenne jako lęgowskie (np. Puszcza Augustowska, Knyszynska, Bieszczady) jak i miejsca znacznych koncentracji ptaków (np. Zatoka Gdańska, Pomorska, Dolina Biebrzy i Narwi). Dlatego w analizach ryzyka należy zwrócić uwagę na rozmieszczenie specyficznych obiektów (form użytkowania) takich jak zbiorniki wodne, formy ochrony przyrody, miejsca gniazdowania określonych gatunków ptaków (bociany, szponiaste, kolonie gawronów *Corvus frugilegus*, mew) czy wreszcie położenie wysypisk odpadów. Położenie tego typu obszarów względem lotnisk ma swoje konsekwencje w notowanych gatunkach i liczebnościach ptaków.

3 Ryzyko kolizji z ptakami

W niniejszej pracy przyjęto, że przez ryzyko kolizji z ptakami rozumieć będziemy iloczyn prawdopodobieństwa kolizji i jego skutków. Zaproponowana metoda będzie miała charakter jakościowy, to znaczy nacisk zostanie położony na przedstawienie sposobów zmniejszania ryzyka, bez określania wartości tego zmniejszenia.

Analizując zjawisko kolizji statków powietrznych z ptakami bardzo ważne jest uświadomienie sobie nieuchronności zderzeń, a także ciągłego wzrostu liczby kolizji wynikających z rozwoju lotnictwa, również w Polsce. Ryzyko kolizji wzrasta kiedy liczba ptaków wzdłuż trasy lotu w powietrzu jest większa w danej jednostce czasu lub przestrzeni (np. w 1 km^3). Ważnym elementem w analizie ryzyka jest prędkość lotu. Im większa, tym większe jest prawdopodobieństwo zderzenia. Ale wzrasta również energia zderzenia czyli tym poważniejsze są jego skutki (uszkodzenia samolotu).

Warto też w tym miejscu podkreślić różnice pomiędzy lotnictwem cywilnym i wojskowym, które związane są m. in. z wykonywaniem szybkich przelotów na małych wysokościach. Przynoszą one z jednej strony wyższe prawdopodobieństwem kolizji z uwagi na zwiększoną obecność ptaków, z drugiej zaś możliwość większych

uszkodzeń co wynika z dużych prędkości lotu. Dlatego lotnictwo wojskowe charakteryzuje się wyższym poziomem ryzyka kolizji z ptakami (Ovadia, 2005).

Wzrost ciężkości skutków kolizji związany jest również z obecnością w danej przestrzeni powietrznej dużych i ciężkich gatunków ptaków. Liczba lecących ptaków dramatycznie wzrasta w okresach migracji. Wysokość lotu większości ptaków zazwyczaj nie przekracza 3000 ft w ciągu dnia i 10000 ft nocą. Większe gatunki najczęściej lecą wyżej, jednak wysokość przelotu ptaków uzależniona jest od gatunków ptaków oraz warunków pogodowych.

Globalne koszty związane z kolizjami z ptakami dla światowego lotnictwa cywilnego szacowane są sumą nawet powyżej 2 miliardów USD rocznie. Bezpośrednie koszty jednego zderzenia (naprawy, przeglądy) określane są na ponad 60000 USD (Allan & Orosz, 2001; ACRP, 2011). W Polsce jedyne miarodajne dane dotyczą lotnictwa wojskowego, gdzie średnie koszty pojedynczej kolizji to ok. 60 tys. złotych (Skakuj & Ziółkowski, 2013).

Zgodnie z zasadami fizyki, im większa jest masa poruszającego się obiektu, tym większą energią on dysponuje. Wielkość energii związanej z kolizją z ptakiem, a tym samym skala zniszczeń (uszkodzenia konstrukcji płatowca) zależy od ciężaru (wielkości) oraz liczby ptaków (jeśli lecą w stadzie). Jednocześnie nawet niewielki wzrost prędkości samolotu związany jest ze znacznym wzrostem energii zderzenia. Dlatego ograniczenie prędkości na wysokościach gdzie występuje większość przelotów ptaków jest tak istotne (Eschenfelder, 2005). Ma to również znaczenie w takich przypadkach kiedy pojedynczy ptak nie stanowi zagrożenia, jednak zwarte stado (np. szpaków *Sturnus vulgaris*) stanowi podobne zagrożenie jak większe gatunki lecące pojedynczo (Maragakis, 2009). Oczywiście ze skrajną sytuacją mamy do czynienia w przypadku stada dużych i ciężkich ptaków. Taka właśnie sytuacja dotyczy słynnego lotu US Airways 1549 i kolizji ze stadem dużych gęsi - bernikli kanadyjskich *Branta canadensis* (Marra et al, 2009). Wskazuje to również na podniesienie poziomu ryzyka związanego z notowanym w ostatnich latach wzrostem wielkości populacji dużych gatunków ptaków takich jak: gęsi (także inne blaszkodziobe *Anseriformes*), mewy, krukowate, część dużych szponiastych (Dolbeer, 2003; Maragakis, 2009). W przypadku Polski dotyczy to gęgawy *Anser anser* czy też bielika *Haliaeetus albicilla*, które wraz z bocianem, z uwagi na swoje rozmiary klasyfikowane są w najwyższej skali zagrożeń dla ruchu lotniczego (Skakuj et al, 2014). Stąd informacje o gatunkach ptaków jakie ulegają kolizjom są niezwykle istotne przy analizach dotyczących zagrożeń dla lotnictwa. Pozwalają na skoncentrowanie się na najważniejszych gatunkach, z pominięciem tych, które nie mają istotnego znaczenia z uwagi na swoją masę i związany z tym poziom energii w przypadku kolizji.

4 Metoda zarządzania ryzykiem środowiskowym w ruchu lotniczym

Zmniejszanie ryzyka środowiskowego w lotnictwie, wynikającego z kolizji z ptakami dotyczy zarówno minimalizowania skutków kolizji jak i zmniejszenia prawdopodobieństwa jej wystąpienia. W tym pierwszym obszarze ograniczenie ryzyka osiąga się

poprzez zwiększenie wytrzymałości konstrukcji płatowców i zespołów napędowych, ale także poprzez ograniczenie prędkości na tych poziomach lotu gdzie prawdopodobieństwo kolizji jest najwyższe. Natomiast zmniejszenie prawdopodobieństwa kolizji dotyczy przede wszystkim działań prowadzonych na lotniskach, mających na celu zmniejszenie obecności ptaków stanowiących największe zagrożenie. Dodatkowo również omijanie lub przelatywanie na bezpiecznych wysokościach nad miejscami znaczących koncentracji ptaków, również prowadzi do zmniejszenia prawdopodobieństwa kolizji. Tego typu obszary koncentracji oraz skupienia strumienia migracji ptaków, wraz z zalecanymi wysokościami przelotów podane są w rozdziale ENR 5.6 Zbioru Informacji Lotniczych AIP. Niestety jeszcze do niedawna działania w zakresie minimalizowania zagrożeń środowiskowych ograniczały się do przepłaszania ptaków z użyciem metody sokolniczej, hukowej i emisji głosów zaniepokojenia ptaków. Wybór i stosowanie metody nie było zazwyczaj poprzedzane szerszymi analizami przyczyn obecności ptaków na lotniskach oraz danych o kolizjach z określonymi gatunkami. Nie było również możliwości obiektywnej oceny skuteczności stosowanych metod. Dlatego też część z nich nie przynosiła oczekiwanych rezultatów.

4.1 Zarządzanie ryzykiem na obszarach poza lotniskami

Europejskie normy (Specyfikacje Certyfikacyjne – CS) w odniesieniu do kolizji z ptakami, dotyczą zarówno konstrukcji płatowców jak i jednostek napędowych. Dla silników turboodrzutowych (CS-E) dotyczą m.in. zachowania odpowiednich parametrów ciągu po kolizji z ptakami o określonej masie (Maragakis, 2009). W przypadku konstrukcji płatowca, normy te odnoszą się do określonych wartości energii dla określonych prędkości (V_C lub V_{FE}) poszczególnych typów statków powietrznych w odpowiednich kategoriach CS oraz do określonej masy ptaka. Opracowanie EASA (2009) wskazuje, że stosowanie tych norm w jednoznaczny sposób przyczynia się do istotnego podniesienia poziomu bezpieczeństwa w przypadku kolizji z ptakami, przede wszystkim w kategorii CS25 (duże samoloty transportowe) oraz CS29 (wiroplaty duże). Dla tych statków powietrznych udział zderzeń, przy których dochodzi do uszkodzeń jest zdecydowanie mniejszy (9-14%) niż w innych grupach obejmujących CS 23 (samoloty kategorii normalnej, użytkowej, akrobacyjnej i transportu lokalnego) oraz CS 27 (wiroplaty małe), gdzie normy dotyczące ptaków są bardzo ograniczone lub w ogóle nie obowiązują. W efekcie aż około połowa kolizji z ptakami w przypadku małych śmigłowców związanych jest z uszkodzeniami statków powietrznych.

Jednym z podstawowych elementów mogących wpływać bezpośrednio na poziom ryzyka związanego z kolizją jest prędkość. Dlatego zalecenia ICAO (Załącznik 11 Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym), największych producentów (Boeing, Airbus), regulacje prawne m.in. Wielkiej Brytanii, Kanady, Stanów Zjednoczonych a także Unii Europejskiej (UE) - SEAR (Standardised European Rules of the Air) wskazują na nie przekraczanie prędkości 250 kt na pułapach poniżej 10000 ft. Jednocześnie wskazane jest ograniczenie czasu przebywania na wysokościach poniżej 3000 ft, głównie w fazie podejścia do lądowania. Tego typu ograniczenia prędkości nie powodują znacznego wzrostu kosztów wynikającego z wydłużenia czasu lotu w fazach zniżania i podejścia do lądowania. Przeprowadzone na zlecenie kanadyjskiego

nadzoru lotniczego badania pokazują bardzo małe znaczenie tego czynnika w bilansie kosztów operacji lotniczych (MacKinnon et al, 2003). Należy również odnotować jeszcze nie w pełni wykorzystane możliwości systemów radarowych w określaniu obszarów przestrzeni powietrznej gdzie ryzyko kolizji może być istotne dla bezpieczeństwa lotów. Trwające prace pozwolą, zapewne już w niedalekiej przyszłości, na szeroki dostęp do tego typu informacji w czasie rzeczywistym oraz na przewidywanie skali zagrożeń dla określonych obszarów (van Gasteren et al, 2012).

4.2 Zarządzanie ryzykiem na lotniskach

Konieczność działań minimalizujących ryzyko związane z ptakami (ale też innymi zwierzętami) wynika z wielu dokumentów zarówno krajowych jak i międzynarodowych (Ustawa prawo lotnicze, ICAO Doc 9137, rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 216/2008). Każde lotnisko ma swoją specyficzną grupę gatunków ptaków, które stanowią największe zagrożenie dla operacji lotniczych. Podstawą efektywnego zarządzania ryzykiem środowiskowym jest wiedza o występowaniu i zachowaniach ptaków oraz specyficznych zagrożeniach dla ruchu lotniczego na danym lotnisku. Wymaga ono współpracy zarówno specjalisty ornitologa jak i eksperta bezpieczeństwa lotniczego. Dodatkowo przyzwyczajanie się ptaków do określonych bodźców sprawia, że stosowanie pojedynczych metod (np. głosy przerażenia ptaków) lub kilku metod (głosy, metoda hukowa, sokolnicza) bez ich powiązania w pewien system przystosowany do konkretnego lotniska, w dłuższym czasie jest nieefektywne.

Proponowana w tej pracy, przedstawiana wcześniej w ramach spotkań Komitetu ds. zderzeń statków powietrznych ze zwierzętami, koncepcja zarządzania ryzykiem środowiskowym na lotniskach polega na wdrożeniu Programu Kontroli Środowiska (PKS), jako propozycji działań i procedur zmierzających do stopniowego minimalizowania zagrożeń których źródłem są ptaki. Powinien on również obejmować procedury zbierania i identyfikacji szczątków zwierząt znajdujących na terenie lotnisk np. w ramach programu FOD (Foreign Object Debris) (ACRP, 2011). PKS winien być częścią SMS (Security Management System), Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem na lotniskach. Procedury PKS dotyczą głównie obszaru lotniska, ale w analizach zagrożeń należy również uwzględnić omówiony wyżej 13 km bufor, zgodny z zaleceniami ICAO oraz UE. PKS powinien zawierać usystematyzowane propozycje procedur, począwszy od szacowania ryzyka kolizji do działań zmierzających do jego ograniczania. Należy również uwzględnić możliwość modyfikacji siedlisk, co pozwoli m.in. na efektywne ograniczenie bazy pokarmowej dla ptaków. Podstawą wszelkich działań jest systematyczne liczenie ptaków na odpowiednio podzielonym obszarze lotniska. Wybrane metody ograniczania obecności ptaków powinny być tak stosowane, aby przepłaszać ptaki z najbardziej newralgicznych obszarów, nie zaś aby je tylko płoszyć. Efektem płoszenia jest zazwyczaj chwilowe poderwanie ptaków w powietrze, po czym wracają one w te same miejsca. Przepłaszanie powoduje, że ptaki opuszczają określone obszary i przenoszą się w inne, bezpieczniejsze dla ruchu lotniczego, rejony. Dodatkowo informacje o występowaniu ptaków powinny być również wskazywane w dokumentach AIP dotyczących lotnisk. Chodzi m.in. o miejsca koncentracji ptaków, które mogą mieć znaczenie z uwagi na możliwość kolizji. Dane te

powinny być zamieszczane na kartach informacyjnych lotnisk (część AD 2.23, 2.24 oraz AD 3.22 3.23) (zgodnie z Zał.15 do Konwencji ICAO). Coraz większą rolę w gromadzeniu danych o występowaniu ptaków i zagrożeniach dla ruchu lotniczego na i w rejonie lotnisk odgrywać powinny lotniskowe systemy „ptasich radarów”. Obecnie w Polsce z powodzeniem, działa jeden tego rodzaju system w Mazowieckim Porcie Lotniczym Warszawa-Modlin (IBCOL, 2013).

Dla prawidłowego funkcjonowania PKS niezbędna jest wiedza na temat jego skuteczności. Reakcje ptaków na określone bodźce są uzależnione od szeregu czynników, w tym przyzwyczajania się ptaków, w efekcie spadku reakcji na określone bodźce, stąd metody minimalizowania ich obecności nie zawsze są skuteczne. Szkody wynikające z kolizji z ptakami, mogą być w prosty sposób przeliczone na koszty związane m.in. z naprawami. Jednak warunkiem jest gromadzenie tego typu danych w ramach PKS. Na obecnym etapie można przyjąć, że bezpośrednie koszty jednej kolizji z ptakami w lotnictwie cywilnym w Polsce to średnio ok. 30 tys. złotych (60 tys. dla lotnictwa wojskowego). Wyeliminowanie nawet 10 kolizji w roku powoduje oszczędności rzędu 300 tys. złotych. Opracowanie (Allan & Orosz, 2001) wskazuje także na dodatkowe koszty związane z kolizjami z ptakami, wynikające np. z czasu przestoju samolotu, konieczności modyfikacji siatki połączeń itd. Zazwyczaj znacznie przekraczają one koszty bezpośrednie. Dlatego też szacunki rzeczywistych kosztów związanych z przykładowymi 10 kolizjami, mogą sięgać nawet miliona złotych. Natomiast jedynie bezpośrednie koszty poważnej kolizji (np. konieczność gruntownej naprawy lub wymiany silnika), to kwoty rzędu kilku milionów złotych. Dlatego tak ważne są analizy efektywności działania PKS jak i pojedynczych metod ograniczania obecności ptaków na lotniskach. Dopiero rzetelna analiza może pokazać czy inwestycja związana z procedurami ograniczania ryzyka związanego z ptakami przynosi oczekiwane, wymierne efekty w postaci zmniejszenia kosztów napraw, a także wzrostu poziomu bezpieczeństwa załóg i pasażerów.

5 Podsumowanie

Kolizje statków powietrznych z ptakami są zjawiskiem nieuniknionym. Rozwój lotnictwa związany jest również ze wzrostem liczby kolizji z ptakami. Dotyczy to zarówno lotnictwa komercyjnego jak i mniejszych statków powietrznych lotnictwa ogólnego. Olbrzymia większość kolizji z ptakami zachodzi na wysokościach poniżej 1000 ft przy starcie i lądowaniu. Największe ryzyko związane z kolizjami jest na obszarach lotnisk oraz terenach sąsiadujących na przedłużeniu dróg startowych nawet do odległości 6 km. Natomiast duża część kolizji na większych wysokościach (powyżej 3000 ft) wiąże się z istotnymi uszkodzeniami statków powietrznych. Wynika to przede wszystkim z większej prędkości z jaką na tych wysokościach poruszają się samoloty a zatem i większej energii wydzielanej w momencie zderzenia statku powietrznego z ptakiem. Z drugiej strony na wyższych wysokościach częściej spotyka się większe gatunki ptaków co dodatkowo zwiększa wielkość szkody w wyniku kolizji. Zalecenie ograniczenia prędkości do 250 kt w locie na wysokości poniżej 10000 ft są podnoszone zarówno przez największych producentów (Airbus, Boeing) jak i or-

ganizacje międzynarodowe (ICAO, UE). Analizy związane z zagrożeniami ze strony ptaków powinny uwzględniać występowanie ptaków istotnych dla bezpieczeństwa lotnictwa oraz dane o kolizjach. Istniejące i szybko rozwijane technologie radarowe pozwolą na gromadzenie doskonałej jakości danych o ptakach, jednocześnie wskazując obszary największych zagrożeń związanych z przelotami ptaków. Opracowania takie są podstawą dla efektywnych programów kontroli środowiska dotyczących zmniejszania liczebności ptaków na lotniskach, także poprzez modyfikację siedlisk i atrakcyjności terenu lotniska dla określonych gatunków ptaków. Efektywność działania proponowanej metody zapewni z jednej strony udział specjalistów biologów, z drugiej zaś niezależne kontrole ich skuteczności. Dobrze działające programy kontroli środowiska pozwalają na znaczne ograniczenie kosztów związanych z kolizjami z ptakami jak i wzrost poziomu bezpieczeństwa operacji lotniczych.

Bibliografia

1. ACRP (Airport Cooperative Research Program), 2011. Current Airport Inspection Practices Regarding FOD (Foreign Object Debris/Damage). Transportation Research Board. Synthesis 26. Washington D.C.
2. Allan J.R., Orosz A.P., 2001. The costs of birdstrikes to commercial aviation, w: Bird Strike 2001, Proceedings of the Bird Strike Committee - USA/Canada meeting. Calgary, Alberta, Canada, 218-226.
3. DeVault T., Washburn B.E., 2013. Identification and management of Wildlife Food Resources at Airports, w: DeVault T.L., Blackwell B.F., Belant J.L. Wildlife in Airport Environments. The John Hopkins University Press, Baltimore.
4. Dolbeer R.A., 2003. Population increases of large birds, airworthiness standards & high-speed flight: a precarious combination. Flight Safety Foundation/SAE Aerospace.
5. Dolbeer R.A., 2011. Increasing trend of damaging bird strikes with aircraft outside the airport boundary: implications for mitigation measures. Human-Wildlife Interactions, 5, 235-248.
6. Dolbeer R.A., 2013. The History of Wildlife Strikes and Management at Airports, w: DeVault T.L., Blackwell B.F., Belant J.L. (eds.) Wildlife in Airport Environments, 11-22, The John Hopkins University Press. Baltimore.
7. Dolbeer R.A., Wright S.E., Weller J., Begier M.J., 2012. Wildlife Strikes to Civil Aircrafts in the United States 1990-2010. FAA National Wildlife Strike Database Serial Report Number 17. Washington, DC.
8. Eschenfelder P., 2005. High speed flight at low altitudes: Hazard to commercial aviation? Birdstrike Committee USA/Canada, Vancouver.
9. EASA (European Aviation Safety Agency), 2009. Bird Strike Damage & Windshield Bird Strike, Final Report, Atkins, Fera.
10. Gasteren van H., Dekker A., Shamoun-Baranes J., Leijnse H., Kemp M., de Graff M., Bouten W., 2012. The FlySafe project: How weather radars can improve the en-route bird strike warning system. IBSC/WBA conference, Stavanger, 25-29 June 2012.
11. IBCOL, 2013. Radar jako narzędzie analizy zagrożeń związanych z ryzykiem kolizji statków powietrznych z ptakami. III zebranie Komitetu ds. Zderzeń Statków Powietrznych ze Zwierzętami. Łódź.
12. ICAO (International Civil Aviation Organization), 2012. Podręcznik Służb Portu Lotniczego, część 3 Kontrola i zmniejszanie zagrożeń ze strony zwierząt. Wydanie czwarte. (Doc 9137-AN/898).

13. Kelly T., Allan J., 2006. Ecology effect of aviation. w: Davenport J., Davenport J.L. (eds.) *The Ecology of Transportation: managing Mobility for the Environment*, 5-24.
14. Laybourne R.C., 1974. Collision between a vulture and an aircraft at an altitude of 37,000 feet. *Wilson Bulletin*, 86, 461-462.
15. MacKinnon B., Sowden R., Kelly T., 2003. Risk Analysis of High-speed Aircraft Departures Below 10,000 Feet. Bird Strike Committee - USA/Canada 5th Annual Meeting, 18-21 August, Toronto, Ontario. 2003.
16. MacKinnon B., Sowden R., Russell K., Dudley S. (eds.) 2004. *Sharing the Skies. An Aviation Industry Guide to the Management of Wildlife Hazards*, Transport Canada.
17. Maragakis I., 2009. Bird population trends and their impact on Aviation safety 1999-2008. EASA.
18. Marra P.P., Dove C.J., Dolbeer R.A., Dahlan N.F., Heacker M., Whatton J.F., Diggs N.E., France C., Hens G.A., 2009. Migratory Canada geese caused crash of US Airways Flight 1549. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7, 297-301.
19. Ovadia O., 2005. Ten years of bird strikes in Israeli Air Forces. Proceedings of International Bird Strike Committee. IBSC27/WP VII-2. Meeting of the International Bird Strike Committee, Athens, 23-27 May 2005.
20. Skakuj M., Janiszewski S., 2014. Wysokość lotu i ograniczenia prędkości statków powietrznych a kolizje z ptakami. *Transport i Komunikacja*, 1, 11-15.
21. Skakuj M., Kitowski I., Łukasik D., 2014. Wpływ ruchu lotniczego na ptaki cz. 1. *Ornis Pol.* 54: 55-75.
22. Skakuj M., Ziółkowski J., 2013. Kolizje z ptakami w lotnictwie. 55 Konferencja Bezpieczeństwa Lotów. 26-27 marca, DSP, Warszawa.
23. Sodhi N., 2002. Competition in the air; birds versus aircraft, *The Auk*, 119, 587-595.
24. Sowden R., Kelly T., Dudley S., 2007. *Airport Bird Hazard Risk Assessment Process*. Transport Canada.
25. Thorpe J., 2012. 100 years of fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes. IBSC/WBA conference, Stavanger, 25-29 June 2012.