

Ptaki, lotniska, samoloty - określenie konfliktu

Michał Skakuj, Piotr Szmit

Publikacje na temat kolizji statków powietrznych z ptakami w Polsce

Pomimo wielkiego znaczenia problematyki zderzeń statków powietrznych (cywilnych i wojskowych) z ptakami w aspekcie ogólnego poziomu bezpieczeństwa lotniczego, w polskiej literaturze prawie brak publikacji na ten temat. Dlatego niezwykle ważnym sygnałem rozszerzającym tę problematykę, są artykuły Prof. Luniaka z Instytutu Zoologii PAN (Luniak 1971, 1974), który już w latach 70-tych zwracał uwagę na problem kolizji ptaków i samolotów. Należy następnie wymienić artykuł Piotra Świdwińskiego w magazynie *Lotnisko* (2007), jednak bez odniesienia do sytuacji w Polsce. Bardzo interesująca wcześniejsza publikacja (źródło: Dzik, Kiernicki 2005) dotyczy Sił Powietrznych i przedstawia pierwszą ogólną analizę danych o kolizjach z ptakami. Dopiero w ostatnim roku ukazały się dość szczegółowe analizy problemu kolizji ptaków i samolotów na przykładzie lotniska w Dęblinie (źródło: Kitowski 2011, Kitowski i in. 2010, 2011). Kilka miesięcy temu, kwestie odpowiedzialności prawnej związanej z kolizjami z ptakami na lotniskach przedstawiła Sylwia Kaczyńska-Adamczyk w magazynie *Lotnisko* w numerze 6 / 2010.

W trakcie przygotowania jest publikacja, która będzie zamieszczona w *Ornis Polonica* (autorzy: Skakuj, Kitowski), gdzie autorzy zamierzają znacznie rozszerzyć zagadnienia problemów w aspekcie relacji: ptaki – lotnictwo, także w odniesieniu do sposobu zagospodarowania i użytkowania terenów na lotniskach i w strefach przyległych do lotnisk.

Zderzenia (kolizje) statków powietrznych z ptakami od początków lotnictwa do chwili obecnej

Pierwsze zdarzenie z ptakami odnotowali już pionierzy lotnictwa - bracia Wright. 7 sierpnia 1908 Orville Wright w trakcie lotu pokazowego zderzył się ze stadem drobnych ptaków. Natomiast pierwszy tragiczny wypadek (śmierć pilota - Call Rogers) na skutek kolizji jego samolotu z ptakami (mewy) miał miejsce w 1912 roku w Kalifornii. W ostatnich dziesięcioleciach rozwoju lotnictwa cywilnego i wojskowego na całym świecie lawinowo wzrasta liczba kolizji samolotów z ptakami. Większość z nich to raczej drobne incydenty ale częściej to poważne wypadki. W latach 1912 - 1995 dla lotnictwa cywilnego w związku z kolizjami z ptakami, odnotowano 42 tragiczne katastrofy w których poniosło śmierć 231 osób, zniszczeniu uległo ponad 80 statków powietrznych (źródło: Maragakis 2009). Jak poważny dla lotnictwa jest problem kolizji z ptakami niech świadczy chociażby liczba ponad 87000 odnotowanych kolizji dla lotnictwa cywilnego Stanów Zjednoczonych w latach 1990-2008, co daje średnio około 20 przypadków kolizji z ptakami dziennie (źródło: Dolbeer i in. 2009). Tylko dla sił powietrznych państw Europy Zachodniej w latach 1975-2003 odnotowano ponad 43000 zderzeń z ptakami (źródło: Dekker, Gasteren 2005). Dodatkowo niektórzy eksperci zajmujący się tym problemem twierdzą, że jedynie 1 na 5 kolizji z ptakami jest faktycznie odnotowywane (raportowana) pomimo międzynarodowych zaleceń o gromadzeniu danych o takich zdarzeniach (źródło: Clearly i inni autorzy w 2000 roku). Zwraca się również uwagę na

to, że do ryzyka kolizji należy włączać również zdarzenia kiedy ptaki znalazły się w minimalnej odległości do 50 m. Podnosi to zatem generalnie ryzyko kolizji prezentowane na podstawie faktycznie zgłoszonych zdarzeń (źródło: Klope i in.2009).

Skutki i koszty kolizji statków powietrznych z ptakami w skali światowej

Obliczając koszty nawet niegroźnych zderzeń samolotów z ptakami, lecz powodujących opóźnienia w ruchu lotniczym, należy brać pod uwagę nie tylko bezpośrednie naprawy uszkodzonych samolotów, ale także koszty związane z utrudnieniami dla pasażerów z powodu zmian w rozkładach starów i lądowań. Bezpośrednie (statystycznie ujmując), koszty pojedynczego zderzenia samolotu komunikacyjnego z ptakami są szacowane na około 40 000 dolarów. Określając koszty wynikające ze zderzeń z ptakami oraz ze zwierzętami na płytach lotnisk (statystycznie w przeważającej większości są to ptaki), FAA w swoim raporcie (źródło: Cleary, Dolbeer, 2000) podaje przypuszczalne roczne koszty bezpośrednie tylko w lotnictwie cywilnym na około 350 000 000 dolarów. Roczne szacunki strat w światowym lotnictwie cywilnym, jedynie z powodu zderzeń z ptakami określane są na poziomie 1,2 - 2 miliardów dolarów (źródło: Allan 2000, ICAO 2009). Pokazuje to skalę i rangę zjawiska jakim są kolizje samolotów ze zwierzętami, a przede wszystkim z ptakami.

Charakterystyka kolizji statków powietrznych z ptakami w zarysie ogólnym

Energia jaka towarzyszy kolizji statku powietrznego z pojedynczym dużym ptakiem lub stadem ptaków jest bardzo duża. Zgodnie z zasadami fizyki im większa masa (m) poruszającego się obiektu tym większą energią on dysponuje $e=0,5 mv^2$ (przy zachowaniu tej samej prędkości - v). W przypadku zderzenia samolotu z ptakami skala zniszczeń spowodowanych kolizją zależy od ciężaru/wielkości ptaka danego gatunku, od liczby ptaków (jeśli lecą w stadzie) oraz od prędkości samolotu. I tak mniejsze pojedyncze ptaki mogą nie stanowić zagrożenia jednak mniejsze ptaki lecące w większym stadzie stanowią podobne zagrożenie jak większe gatunki lecące pojedynczo (źródło: Dolbeer i in. 2009). Stąd przyjęty został szeroko stosowany podział na kategorie poziomów ryzyka kolizji statków powietrznych z ptakami w zależności od masy (wielkości) jak i zachowania ptaków (gatunki tworzące stada). Dane i analizy dotyczące tych kolizji przyczyniają się do systematycznego zwiększania utrzymania możliwości pracy silnika nawet po kolizji (zassaniu) określonej liczby ptaków o danej masie. Nie ulega wątpliwości, że wyniki badań i analiz przyczyniają się do zwiększenia bezpieczeństwa lotów. Obecnie najnowsze generacje silników są w stanie pracować przy utracie siły ciągu do 25% nawet po kolizji z dużymi gatunkami ptaków pojedynczych lub stadem ptaków mniejszych. Tak np. dla silników o powierzchni wlotu około 2 m² (najpopularniejsze Boeing 737, Airbus A320) 25% utratę siły ciągu mogą spowodować 4 ptaki o masie po 0,7 kg lub jeden ptak o masie 2,75 kg (źródło: Maragakis 2009).

Monitorowanie sytuacji w aspekcie ilości odnotowanych kolizji statków powietrznych z ptakami w odniesieniu do wysokości (pułapu) i fazy lotu

Większość odnotowanych zderzeń z ptakami (dane światowe za lata 1999-2008) dotyczy uszkodzeń silnika (44%) oraz skrzydeł (31%). Zderzenia z przednią częścią kadłuba oraz szybami kabiny pilotów stanowiły 21% kolizji. Należy także zaznaczyć, że aż 1/3 kolizji ptaków z silnikiem prowadziła do jego awarii i zniszczenia (źródło: Cleary, Dolbeer 2005,

Maragakis 2009). Kolizje z ptakami prowadzące do zniszczenia silnika samolotów obejmowały przede wszystkim samoloty z napędem turbodrzutowym (np. Boeing 737, Airbus A320) oraz turbośmigłowym (np. ATR 72). Zdarzenia te to odpowiednio 53% oraz 38% wszystkich odnotowanych kolizji (źródło: Maragakis 2009). Dane sugerują również, że dla samolotów z cichszymi silnikami ryzyko kolizji z ptakami jest większe, co wiązać się może ze słabszą reakcją ptaków na mniejszy hałas powodowany przez silniki (Kelly i in. 2001).

Przeważająca ilość kolizji statków powietrznych z ptakami występuje na niższych wysokościach lotu (pułapach), czyli w promieniu kilku kilometrów od lotniska. (źródło: Maragakis 2009). Z analizy globalnych danych dotyczących kolizji statków powietrznych z ptakami wynika, że należy brać pod uwagę przede wszystkim fazy startu i lądowania statku powietrznego do wysokości (pułapu) około 500 metrów, (rys. 1), (tabela 1, 2).

Ilość odnotowanych zderzeń statków powietrznych z ptakami przedstawia się następująco:

1. Faza startu i początkowego wznoszenia (37%)* (48%)**
2. Faza podejścia do lądowania i lądowania (56%)* (36%)**

* w latach 1990-2008, (dane FAA, 1990-2008) (źródło: Dolbeer i in. 2009)

** w latach 1999-2008, (EASA, 1990-2008) (źródło: Maragakis 2009)

Pozostałe fazy operacji lotniczej, które obejmują także przebywanie samolotu na terenie lotniska (samoloty kołujące po wylądowaniu i przed startem) [zaparkowane] to jedynie około 1% odnotowanych kolizji.

Tabela 1. Kolizje z ptakami w poszczególnych fazach lotu (dane FAA, 1990-2008)

	Liczba kolizji	Udział %
rozbieg	12289	19
wznoszenie	11547	18
podejście	24941	39
dobieg	10538	17

Tabela 2. Pułapy kolizji ptaków z samolotami odnotowane w światowym lotnictwie (dane EASA 1990-2008)

Pułap kolizji (AGL)		Udział kolizji z ptakami na danym pułapie %	% skumulowany
m	stopy		
60	<200	70	70
61-242	201-800	15	85
243-757	801-2500	10	95
756-3030	2500-10000	5	100

Znaczna większość bo aż 85-90% kolizji z ptakami występuje na pułapie lotów do wysokości około 500 m AGL. Pułap ten osiągany jest przez samoloty (przy kącie podejścia 3°) na około 9 km przed początkiem pasa startowego. Natomiast około 80% kolizji z ptakami ma miejsce na pułapach do 300 m. Rozpatrując to w kategoriach odległości statków powietrznych od lotniska w ścieżkach startów / lądowań do około 90% zdarzeń dochodzi w odległości do 3000 m od progu pasa startowego. Na fazę podejścia oraz początkowego wznoszenia statków powietrznych przypada aż 57% kolizji z ptakami (źródło: Dolbeer i in. 2009). Są to najbardziej newralgiczne fazy lotu, o wysokim ryzyku kolizji, a pole manewru (możliwość podjęcia

odpowiednich decyzji i działań załóg lotniczych) jest wtedy bardzo ograniczone z uwagi na małą prędkość i pułap. W tym aspekcie, unikalnym zdarzeniem w skali światowej, które dzięki temu, że załoga samolotu potrafiła podjąć odpowiednie decyzje i czynności jest szeroko omawiany wypadek samolotu Airbus – 320 linii US Airways lot 1549 podczas, którego kapitan samolotu po zderzeniu ze stadem bernikli kanadyjskich (*Branta canadensis*) w wyniku czego doszło do zniszczenia (unieruchomienia) obydwu silników niezwłocznie podjął decyzję o wodowaniu na rzece Hudson. Do podobnych zdarzeń zaliczyć można również przypadek samolotu liniowego, który po starcie z lotniska im Wałęsy w Gdańsku, na skutek kolizji "z dużym ptakiem" (prawdopodobnie bocian *Ciconia ciconia*) musiał awaryjnie lądować na lotnisku startu (źródło / opis: Klimowicz-Sikorska 2010). Na szczęście w obydwu wypadkach dzięki odpowiedniemu przygotowaniu załóg lotniczych do podejmowania decyzji w tak bardzo niestandardowych sytuacjach nie było ofiar w ludziach, a w przypadku zaistniałym w Gdańsku, również poważniejszego uszkodzenia samolotu.

Natomiast w lotnictwie wojskowym z uwagi na specyfikę statków powietrznych i operacji lotniczych do większości kolizji z ptakami dochodzi na wysokościach niższych, jak w lotnictwie cywilnym, ale przy bardzo dużych prędkościach (większość takich zadrzeń występuje przy prędkościach około 400 km/h), co automatycznie prowadzi do znacznie poważniejszych uszkodzeń (źródło: Dekker i in. 2005, 2006). Informacje i dane statystyczne zebrane w lotnictwie wojskowym w Europie (European Military Bird Strike Database - EUROBASE) wykazują, że ponad 70% zdarzeń (kolizji) wojskowych samolotów z ptakami miało miejsce w trakcie przelotu, a jedynie około 30% w trakcie faz startu i lądowania. Wynika to oczywiście ze specyfiki działań lotnictwa wojskowego (często loty wykonywane są nisko i z dużymi prędkościami). Pewnym „fenomenem”, są informacje o kolizjach z ptakami Sił Powietrznych Izraela (IAF) 1994-2001, które wykazują, że w sumie na fazę startu i lądowania przypada tu "jedynie" 38% tego typu zdarzeń (źródło: Ovadia 2005). Szczegółowa analiza sytuacji w aspekcie kolizji wojskowych samolotów z ptakami w lotnictwie izraelskim pozwala na znacznie lepszą identyfikację, zarówno przyczyn, jak i na zobrazowanie statystycznego „rozkładu kolizji”, z powodu dwóch głównych czynników. Pierwszym jest to ogromna liczba operacji lotniczych na niskich i średnich pułapach, a drugim niezwykle intensywne przeloty ptaków nad terytorium Izraela.

Analizując efekt płoszenia ptaków przez samoloty, w wypadku niskich przelotów nad obszarami koncentracji ptaków można określić minimalny pułap kiedy efekt „płoszenia” ptaków jest stosunkowo niewielki. W tym przypadku wiele źródeł (danych literaturowych), podaje pułapy 300 - 500 m, jako pułapy minimalne w aspekcie unikania efektu płoszenia ptaków (źródło: Komenda-Zehnder i in. 2003, Kempf, Huppopp 1998, Grift, Molenaar 2008). Jest to niezwykle istotne, gdyż dopiero podrywające się do lotu stada ptaków stanowią realne zagrożenie kolizji. Przy zachowaniu zasady ostrożności należałoby zapewne przyjąć pułap 500 m, jako pułap minimalny dla przelotów nad obszarami dużych koncentracji ptaków (np. obszary IBA), a jednocześnie, jako pułap optymalny pozwalający na uniknięcie „efektu płoszenia” ptaków.

Informacje i dane statystyczne wykazują, że przeważająca ilość kolizji statków powietrznych z ptakami występuje w ciągu dnia (62%), co wynika przede wszystkim z powodu lokalnej aktywności ptaków (np. przeloty nocne, przeloty pomiędzy żerowiskiem i noclegowiskiem), związanej z odpowiednimi okresami fenologicznymi poszczególnych gatunków (migracje, zimowanie) w określonych porach roku. Biorąc pod uwagę liczbę zderzeń statków

powietrznych z ptakami poniżej 300 m w przeliczeniu na liczbę operacji lotniczych w dzień i w nocy można stwierdzić, (na podstawie danych dla obszaru USA), że praktycznie nie ma różnic w prawdopodobieństwie wystąpienia kolizji. Natomiast w nocy i o zmierzchu znacząco więcej (około 7 razy więcej) odnotowuje się kolizji z ptakami na pułapach powyżej 300 m (źródło: Dolbeer 2010), co ma związek z nocną migracją wielu gatunków ptaków.

Natężenie wędrówki całych grup ptaków może mieć istotne znaczenie pod kątem prawdopodobnego zagrożenia kolizją z samolotem w rejonach intensywnych wędrówek ptaków, np. wzdłuż pobrzeża Bałtyku (Zalakevicius 2000a, 2000b) oraz terenów zalewowych wybrzeży Morza Północnego - Waddeensee (Maragakis 2009, dane EURBASE). W wielu krajach, np. w USA podnoszony jest problem gwałtownego wzrostu populacji gatunków ptaków, które stanowią jedne z największych zagrożeń dla ruchu lotniczego (np. bernikla kanadyjska, bielik amerykański) (źródło: Dolbeer 2010). W Europie problem z berniklą kanadyjską ogranicza się w zasadzie do południowej części Szwecji i Wysp Brytyjskich. Natomiast w ciągu ostatnich lat odnotowuje się gwałtowny wzrost populacji dużych mew w Europie (przede wszystkim mewy srebrzystej *Larus argentatus* i białogłowej *L. cachinnans*). Gatunki te, także w Polsce, przez znaczną część roku są najbardziej aktywne w pobliżu wysypisk śmieci (źródło: Meissner, Betleja 2007), położonymi często w pobliżu dużych ośrodków miejskich. W trzech miejscach w Polsce, głównie na Wybrzeżu stwierdzono koncentracje ptaków w ilości powyżej 5000 mew. Dwa takie miejsca występują w bezpośrednim sąsiedztwie aglomeracji Trójmiejskiej. Regularne przeloty pomiędzy wysypiskami, a noclegowiskami (zarówno mew *Larus spp.* jak i krukowatych *Corvus spp.*), przy pewnych warunkach pogodowych, mogą stanowić bardzo poważne zagrożenie dla samolotów lądujących na lotnisku Gdańsk - Rębiechowo z kierunku wschodniego (dane własne: Michał Skakuj).

Najwięcej kolizji statków powietrznych z ptakami, zarówno w okresie letnim jak i jesienią odnotowuje się w zależności od miejsca położenia lotniska. I tak, np. w Danii do większości (prawie 60%) tego typu zdarzeń dochodzi w okresie od czerwca do sierpnia (źródło: Christensen 2008). Natomiast dane z Grecji z lotniska w Atenach, wykazują, że największa liczba kolizji statków powietrznych z ptakami występuje w miesiącach wrzesień i sierpień (źródło: Anagnostopoulos 2003). Z dostępnych informacji polskich, publikowanych przez lotnictwo sił powietrznych, wynika, że do największej ilości kolizji samolotów z ptakami dochodzi również w czerwcu i w lipcu (źródło: Dzik, Kiernicki 2005), co z uwagi na zbieżność z analogicznymi danymi z Danii znacznie szerzej obrazuje sytuację w tej części Europy.

Sposób zagospodarowania i użytkowania terenów na lotniskach i w strefach przyległych w aspekcie wzrostu ryzyka kolizji statków powietrznych z ptakami

W opracowaniach dotyczących stref zagrożenia wokół lotnisk zaleca się zidentyfikowanie siedlisk ptaków (dzikich i hodowlanych) występujących w tych strefach oraz określenie ich potencjalnego wpływu na ryzyko kolizji z ptakami (źródło: Davis i in. 2003). I tak np. tereny zalewowe, bagna i mokradła w pobliżu lotnisk znajdują się w kategorii bardzo wysokiego ryzyka. Obszary podmokłe (jeziora, tereny zalewowe i podmokłe) znajdujące się w pobliżu lotnisk (szczególnie znajdujące się w odległości do 3 km po obu stronach pasa startowego oraz 6 km na jego przedłużeniu), stanowią potencjalne zagrożenie ze strony ptaków dla ruchu lotniczego (źródło: Christiansena 2008, Rochard i Deacon 2003, Zalakevicius 2000).

W sposób bardzo szczegółowy do występowania terenów podmokłych w strefach przylegających do lotnisk odnoszą się dokumenty FAA dotyczące problematyki lokalizacji lotnisk na / lub w sąsiedztwie takich terenów (źródło: Cleary, Dolbeer 2005, FAA AC 150/5200-33A, 150/5300/13). Tereny podmokłe i występujące tam gatunki ptaków określone są jako istoty czynnik w szacowaniu zagrożeń kolizją nawet w tych państwach, gdzie nie ma określonych procedur dotyczących zagrożenia zderzeń z ptakami (źródło: Tareh, de Hoon 2005). Dodatkowo w związku ze zmianami klimatu obszary takie mogą być w cyklu rocznym dłużej wykorzystywane przez ptaki, np. z powodu skrócenia tras migracji. Dotyczy to także obszarów już zidentyfikowanych, jako ostoje ptaków w sieci IBA (Important Birds Area), które powinny być w pierwszej kolejności zaliczane do kategorii wysokiego ryzyka.

W Polsce zidentyfikowanych jest 137 lądowych oraz 3 morskie Ostoje Ptaków (źródło: Wilk i in. 2010). Analizy występowania ptaków w tych rejonach są niezwykle istotne, zwłaszcza, jeżeli dana ostoja znajduje się w pobliżu istniejących lub planowanych lotnisk.

Niezwykle ważne z punktu widzenia bezpieczeństwa operacji lotniczych jest również monitorowanie rozmieszczenia wysypisk śmieci oraz innych obszarów, które z uwagi na sposób użytkowania mogą przyciągać ptaki, stanowiąc dla nich dogodne żerowiska, a szczególnie ptaki z grup większego ryzyka (np. wodne, mewy), które „operują” także w strefach wyznaczonych do ruchu lotniczego w odległościach przekraczających nawet kilkanaście kilometrów wokół danego lotniska. Z uwagi na to, uwadze (monitorowaniu) powinny podlegać nawet wysypiska śmieci położone w odległości 50 km od danego lotniska, ponieważ w pewnych warunkach meteorologicznych poszczególne gatunki ptaków są w tych strefach bardzo aktywne, co (pośrednio i bezpośrednio) przekłada się skalę zagrożeń bezpieczeństwa ruchu lotniczego (źródło: Battistoni 2007).

Dodatkowo z najnowszych analiz wynika że skuteczne systemy i działania ograniczające ryzyko kolizji na obszarze lotnisk wpływają na wzrost udziału liczby kolizji notowanych poza strefą lotniska (źródło: Dolbeer 2011). Dlatego też wzrasta znaczenie działań, które w istotny sposób mogą ograniczyć ryzyko kolizji w obszarze poza lotniskiem, gdzie jest ono największe (patrz strefy bezpieczeństwa poniżej) (źródło: Martin i in. 2011).

Wytyczne i zalecenia ICAO oraz innych organizacji dotyczące kolizji statków powietrznych z ptakami

Kwestie zagrożeń statków powietrznych kolizją z ptakami oraz zalecenia profilaktyczne w tym aspekcie i metody ich zwalczania regulują:

1. Załącznik (Aneks) 14 do Konwencji chicagowskiej - Tom I - rozdział 9.4.
2. Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Europy nr 216/2008, w sprawie wspólnych zasad w zakresie lotnictwa cywilnego i utworzenia EASA oraz uchylającego dyrektywę Rady 91/670/EWG, rozporządzenia nr 1592/2002 i dyrektywę 2004/36/WE - art. 8a pkt 3, załącznik Va część B pkt 1c oraz część C pkt 2 a i e.

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że ICAO w przypadku jakiegokolwiek zderzenia z ptakami, zobowiązuje pilotów do złożenia bardzo szczegółowego raportu o przebiegu takiego zdarzenia, zgodnie z Doc 9332(5). Dodatkowo, wiele państw członkowskich ICAO powołało

specjalne służby zajmujące się problemami zderzeń z ptakami. Służby te coraz częściej są wyposażane w sprzęt i środki umożliwiające nawet analizy resztek ptaków w celu szczegółowej identyfikacji gatunku ptaka, z którym zderzył się statek powietrzny (szczątki, zdjęcia) (Kneeshaw 2010). Poziom „szczegółowość” tych badań w przypadkach, które budzą wątpliwości pozwala na ustalenie gatunku ptaka także na podstawie badań DNA (źródło: FAA, Part 139). Szczegółowa identyfikacja gatunków ptaków (określenie gatunku), które zderzyły się ze statkami powietrznymi jest absolutnie podstawową kwestią w analizie (monitorowaniu) i określaniu ryzyka kolizji dla poszczególnych lotnisk i obszarów.

W wypadku USA informacje te tworzą ujednoliconą bazę danych, co pozwala na ich bardzo precyzyjną analizę (źródło: FAA Wildlife Strike Database, baza danych Civil Aviation Authority)(2, 3). Coraz większą uwagę przywiązuję się do wyposażania lotniska w systemy radarowe, które w czasie rzeczywistym identyfikują skupiska ptaków w strefach przyległych do lotnisk oraz zapewniają niemal natychmiastowy przekaz informacji o miejscu i stopniu zagrożenia załogom statków powietrznych. W ostatnich latach rozwijane są również programy tworzenia map zagrożeń statków powietrznych kolizją z ptakami na podstawie danych radarowych. W Europie (przede wszystkim w ramach działań w „obszarze” lotnictwa wojskowego Belgii, Holandii, Niemiec) w sposób ciągły doskonalony jest system informacji o potencjalnych kolizjach samolotów z ptakami, wykorzystujący również informacje z radarów meteorologicznych (Liechti, van Gasteren 2010). Prace te koordynuje zespół powstały w ramach IBSC (BAM - Birds Avoidance Model)(1). Także w ramach ESA (European Space Agency) prowadzi się badania w tym zakresie, m.in. w ramach programu FlySafe (4).

W tym względzie, uwadze polecamy dokumenty Unii Europejskiej dotyczące kwestii minimalizowania ryzyka kolizji (np. Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Europy nr 216/2008, Rozporządzenia nr 1592/2002 i Dyrektywę 2004/36/WE).

Także wiele organizacji stricte lotniczych odnosi się w jasny i precyzyjny sposób do kwestii ograniczania ryzyka kolizji z ptakami (zwierzętami), European Aviation Safety Agency (EASA 2010), Eurocontrol (Eurocontrol-Guide-0115), a także materiały ACI (Airports Council International 2009), w których jest wiele odniesień do konieczności monitorowania obszaru w promieniu 13 km wokół portu lotniczego.

W Polsce dane o kolizjach z ptakami są gromadzone przez Urząd Lotnictwa Cywilnego. Analiza tych informacji będzie przedmiotem szczegółowych opracowań w ramach powstającego Komitetu do spraw zderzeń statków powietrznych ze zwierzętami. Natomiast już od 2009 roku w wielu zaleceniach prezentowanych w Uchwałach, Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych proponuje opracowanie kompleksowego programu zarządzania ryzykiem zderzeń statków powietrznych z ptakami, a także opracowanie pełnej koncepcji przeciwdziałaniu zagrożeniom ze strony środowiska na bezpieczeństwo lotów, a także monitorowania obecności ptaków poza obszarem lotniska. Jest to absolutnie zbieżne z ideą Systemu Kontroli Środowiska prezentowaną w tym artykule.

Strefy bezpieczeństwa wokół lotniska, dlaczego taki podział?

Biorąc pod uwagę fazy lotu, a także stopień zagrożenia, dla większych samolotów (np. B737) można wydzielić trzy strefy ryzyka zgodnie z zaleceniami FAA prezentowanymi w Airport Bird Hazard Risk Assessment Process (Sowden i in. 2007), (rys. 1):

1. Strefa Zagrożenia Bezpośredniego (SZB)(PRIMARY BIRD HAZARD ZONE)
2. Strefa Zagrożenia Pośredniego (SZP)(SECONDARY BIRD HAZARD ZONE)
3. Strefa Odejścia i okrążania Lotniska (SOL)

Określając pułap osiągnięty przez startujące i lądujące samoloty można na tej podstawie wskazać obszary przestrzeni powietrznej w ramach każdej ze stref. W tym wypadku najważniejszą jest strefa zagrożenia bezpośredniego (SZB) rozciągająca się do pułapu 500 m czyli do około 9 km od progu pasa startowego.

Dodatkowo zgodnie z zaleceniami FAA (AC 150/5300-13, AC 150/5200-33A) określa się typ zagrożenia związane z występowaniem miejsc „atrakcyjnych” dla zwierząt (nie tylko ptaki) w wyznaczonych strefach wokół lotniska (wielkości podane dla klasy lotniska obsługującego samoloty z silnikami turbinowymi, zgodnie z klasyfikacją FAA):

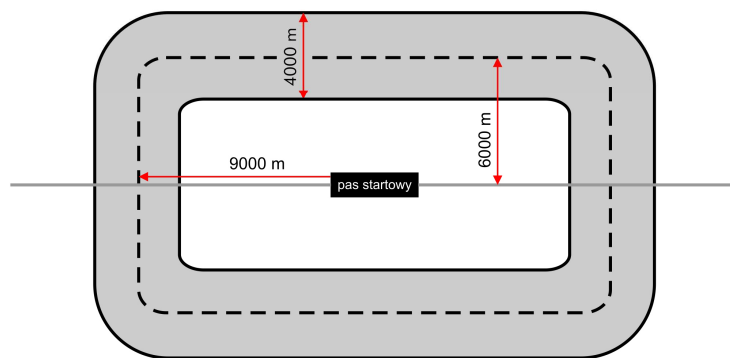
1. Strefa ochrony bezpośredniej (Primary Zone) - obejmuje teren lotniska ograniczony płotem oraz strefę ochrony pasa (Runway Protection Zone - RPZ)
2. Strefa ochrony pośredniej (Secondary Zone) - rozciąga się ona w promieniu (10000 ft.) około 3000 m od najbliższego miejsca przebywania statków powietrznych (*nearest air operations area*)
3. Strefa ochrony podejścia, startu i kręgu wokół lotniska (Protection of Approach, Departure and Circling Airspace) - rozciągająca się w promieniu około 9 km (*5-mile range*) jeśli zwierzęta (ptaki) na tym terenie mogą przemieszczać się w zasięgu przestrzeni powietrznej startów i lądowań.

Jednocześnie nie można zapominać, że duże samoloty komunikacyjne stabilizują się na ścieżce podejścia w odległości 15 NM (ok. 28 km) od progu pasa drogi startowej. Ponieważ w tej fazie lotu również może dojść do kolizji samolotów z ptakami, zasadność monitorowania siedlisk ptaków oraz tras ich przelotów w sąsiedztwie lotnisk / portów lotniczych w odległości do 30 km powinna być również przedmiotem odpowiednich badań.

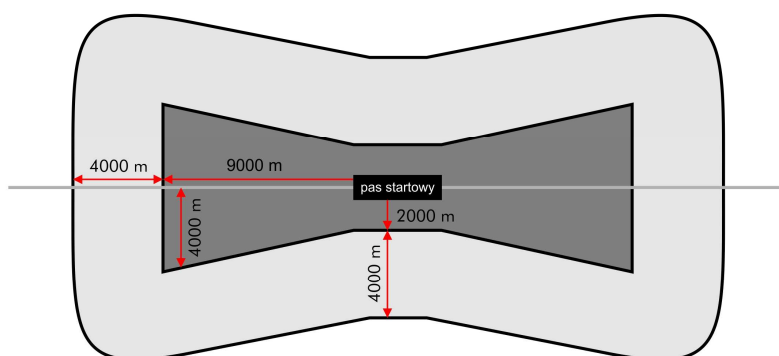
Natomiast, biorąc pod uwagę liczbę kolizji w odniesieniu do poszczególnych pułapów lotu, można przyjąć że najistotniejszą pod względem bezpieczeństwa lotniczego jest strefa do około 6 km na przedłużeniu pasa startowego (strefa podejścia), a więc obszar gdzie lądujące samoloty przebywają na pułapie około 300 m AGL (rys. 2), czyli w strefie, w której odnotowuje się 80-85% kolizji z ptakami. W standardach IBSC (2006), dotyczących zagrożenia kolizji z ptakami (punkt 9) podawana jest strefa 13 km wokół lotniska mierzona od punktu ARP (zalecenia ICAO), jako obszar, w którym należy określić ryzyko kolizji z ptakami (rys. 2).

Chodzi m.in. o zidentyfikowanie miejsc koncentracji ptaków oraz siedlisk mogących przyciągać ptaki. W tym aspekcie, przedmiotem szczegółowej analizy pod kątem ewentualnych zagrożeń kolizji statków powietrznych z ptakami powinny być tereny położone blisko lotniska oraz w strefach wyznaczonych i zarezerwowanych do ruchu lotniczego, a w szczególności w "korytarzach" startu i lądowania (approach and departure corridors), jednak bez precyzyjnego określenia tych obszarów. Wytyczne ICAO w aspekcie problematyki IBSC zawierają szczegółowe procedury określania i ograniczania ryzyka kolizji z ptakami zgodnie z dokumentami ICAO (Doc 9137, Doc 9184, Doc 9332).

Rys. 1. Strefy zagrożenia kolizji z ptakami (Sowden i in. 2007)



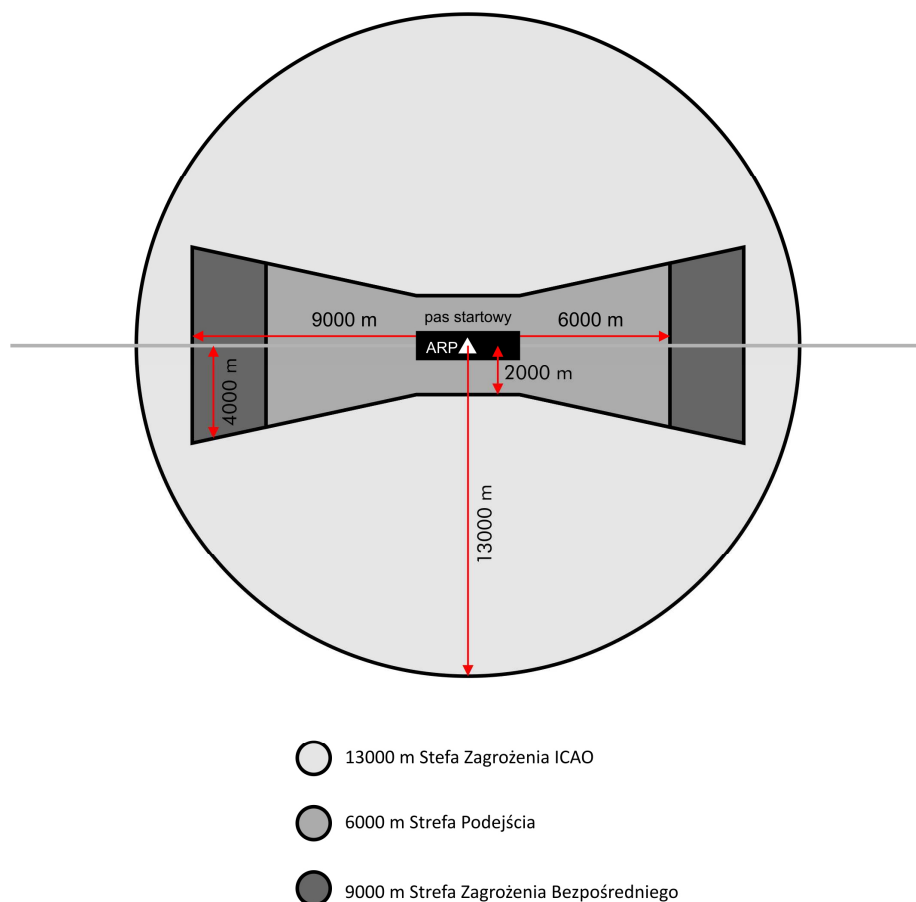
○ Strefa odejścia i okrążania lotniska (Category B Event Zone)



● Strefa zagrożenia bezpośredniego (Primary Bird Hazard Zone)

○ Strefa zagrożenia pośredniego (Secondary Bird Hazard Zone)

Rys. 2. Usytuowanie Strefy Zagrożenia Bezpośredniego (SZB) oraz proponowanej Strefy Podejścia (SP) względem pasa startowego.



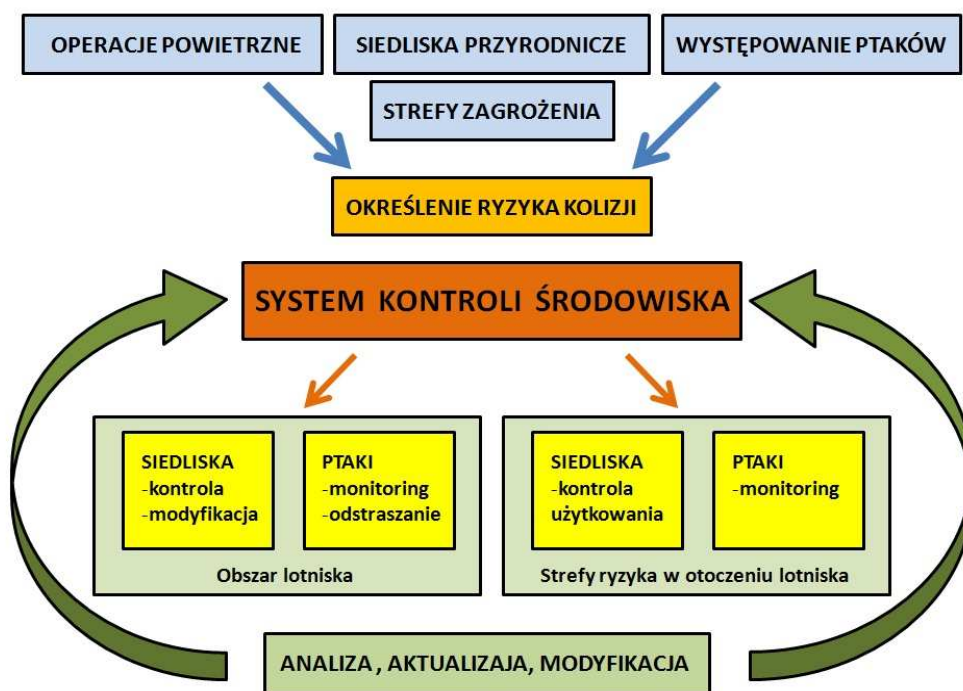
Działania profilaktyczne minimalizujące ryzyko kolizji

Informacje, przedstawione w poszczególnych częściach niniejszego opracowania wskazują, jak niezwykle istotne dla bezpieczeństwa operacji powietrznych danego lotniska, jest odpowiednio wcześniejsze rozpoznanie i określenie zagrożeń wynikających z obecności ptaków zarówno na samym lotnisku jak i w jego otoczeniu. Takie informacje powinny stanowić bazę do tworzenia WMP (Wildlife Management Plan), w którym systemowo zostaną określone procedury i informacje kluczowe, przekładające się na działania pozwalające na zminimalizowanie ryzyka kolizji statków powietrznych z ptakami (źródło: Allan 2005).

System Kontroli Środowiska (SKS) (rys. 3), powinien obejmować przede wszystkim:

- plan działań zmiany i kontroli siedlisk na obszarze lotniska
- procedury kontroli i odstraszania ptaków na obszarze lotniska
- procedury monitoring najważniejszych miejsc w strefach zagrożenia i otoczeniu lotniska

Rys. 3. Schemat tworzenia planu minimalizowania kolizji z ptakami (zwierzętami) na lotniskach, System Kontroli Środowiska (SKS)



W ten sposób zbudowany System Kontroli Środowiska zapewniałby kompleksową analizę aspektów środowiskowych (np. ptaki, typy roślinności) na obszarze lotniska i w jego strefach bezpieczeństwa (w buforze 13 km), w odniesieniu do rodzaju i charakteru operacji lotniczych. Wypracowane w tym systemie działania minimalizujące wspomagane byłyby przez odpowiedni dobór metod rozwiązań technicznych zmniejszających liczebność ptaków na lotniskach w strefach przyległych (źródło: Bishop i in. 2003).

W zakresie odpowiedniego kształtowania środowiska naturalnego na terenach lotnisk i stref do nich przyległych, w aspekcie ograniczania siedlisk ptactwa i zwierząt, wśród wielu dostępnych do tego celu metod, na uwagę, zasługują m.in. stosowanie odpowiednich gatunków oraz wysokości traw, kontrola i użytkowanie zbiorników wodnych, odpowiednie utrzymywanie roślinności i zadrzewień na terenie lotniska oraz sposób zabezpieczania elementów konstrukcyjnych (płoty, hangary, elementy systemu nawigacji) przed przesiadywaniem ptaków. Dodatkowo, uwzględniając specyfikę danego lotniska powinny być opracowane procedury płoszenia ptaków, a w skrajnych wypadkach, po uzyskaniu odpowiednich zezwoleń, także metody (sposoby) odławiania i przenoszenia, a w uzasadnionych przypadkach również eliminację fizyczną tych gatunków ptaków, które w sposób szczególny utrudniają bezpieczną eksploatację lotnisk.

Techniki płoszenia ptaków zależą przede wszystkim od specyfiki lotniska. Na wielu lotniskach oczekiwane efekty daje wykorzystanie do tego celu ptaków szponiastych (sokoły, jastrzębie), a także psów, (wśród, których najbardziej efektywne są psy rasy Border Coli) oraz systemu dźwięków o odpowiednich parametrach, bądź sporadyczne stosowane zielonego lasera. Jednak musi to być poprzedzone odpowiednią analizą zagrożeń i występowania ptaków gdyż dopiero na tej podstawie można określić najbardziej efektywne procedury ograniczania ryzyka kolizji w ramach Systemu Kontroli Środowiska (patrz niżej). Wymienione powyżej środki przepłaszania ptaków, działania stosowane pojedynczo bez odniesienia do specyfiki lotniska, są znacznie mniej efektywne, a wręcz mogą same podnosić ryzyko kolizji (sokoły).

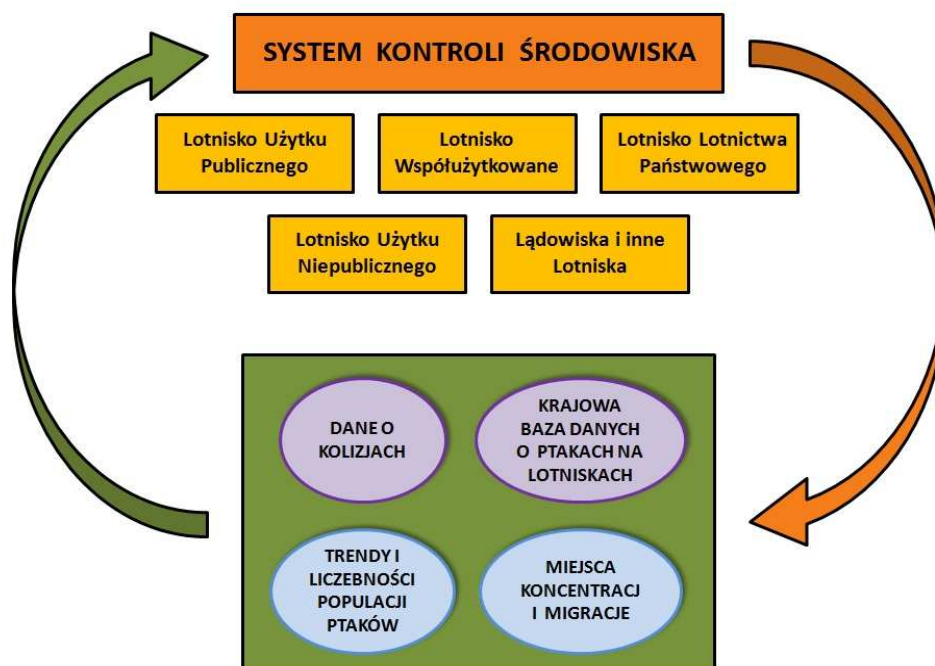
Podstawą do stworzenia tego programu minimalizowania ryzyka kolizji statków powietrznych z ptakami są informacje o ptakach występujących na obszarze lotniska i strefach przyległych oraz odpowiednio przeszkolony personel lotniska i ekspert ornitolog sporządzający raporty o kolizjach z ptakami, które następnie tworzą Bazę Danych IBSC na danym lotnisku. Bardzo ważnym czynnikiem wspomagającym monitorowanie zagrożeń bezpieczeństwa operacji lotniczych przez ptactwo (dzikie i hodowlane, np. gołębie) jest współpraca personelu latającego, który najwcześniej i niemal z każdej fazy lotu może przekazać służbom lotniskowym dane o ptakach występujących w strefach bezpieczeństwa lotnisk (źródło: Cleary, Dolbeer 2005, Both i in. 2010). Bez tworzenia Bazy Danych w systemie IBSC na zasadzie ciągłego monitoringu nie będzie możliwe odpowiednie zaplanowanie działań minimalizujących. Programy i działania tworzące System Kontroli Środowiska (SKS), powinny być corocznie aktualizowane, a razie konieczności odpowiednio modyfikowane przy wykorzystaniu informacji i doświadczeń gromadzonych w lotniskowej Bazie Danych.

Analizy zastosowanych (wdrożonych) planów minimalizowania kolizji statków powietrznych z ptakami i zwierzętami, połączone z oceną efektywności metod w zakresie ich realizacji, wskazują na prawie 70% skuteczność odpowiednich działań ograniczających możliwość wystąpienia takiego ryzyka. Tak wysoka efektywność (skuteczność) przekłada się na wymierne koszty związane np. z naprawami i bardzo często wysokimi roszczeniami odszkodowawczymi. Uwzględniając powyższe, nawet podjęte w szerokim zakresie i dość kosztowne działania oparte na procedurach minimalizujące prawdopodobieństwo ryzyka kolizji statków powietrznych z ptakami, są w efekcie końcowym nie tylko niezbędne, lecz również opłacalne w aspekcie bezpiecznego funkcjonowania lotniska.

Wzorem innych państw zrzeszonych w ICAO również lotniska, **a w szczególności porty lotnicze** w Polsce powinny w swojej dokumentacji zamieszczać odpowiednie analizy awifauny w strefach potencjalnych zagrożeń oraz w specjalnych do tego celu programach, systemowo określać sposoby minimalizacji ryzyka kolizji statków powietrznych z ptakami (zwierzętami). Takie analizy uwzględniające zasady sprecyzowane w ICAO Doc 9137, Część 3, powinny obejmować poszczególne, wyraźnie określone strefy ryzyka wokół lotnisk odpowiadające charakterystynom operacji lotniczych obsługiwanych na danym lotnisku. Gromadzone dane o kolizjach statków powietrznych z ptakami na i w otoczeniu lotnisk powinny być systematycznie analizowane w celu poprawy bezpieczeństwa lotów. Analiza tych danych o siedliskach i miejscach występowania ptaków (m.in. oparta na trendach zmian liczebności gatunków) wraz z informacjami o kolizjach, może wskazywać na kierunki wprowadzenia niezbędnych zmian w przepisach i procedurach wykonywania lotów, co z

kolei pozwoli również na modyfikację programów i planów minimalizowania kolizji w ramach systemu SKS, zarówno na poszczególnych lotniskach, jak i w skali kraju (rys. 4).

Rys. 4. Schemat tworzenia krajowej bazy danych o kolizjach i zagrożeniach oraz wykorzystania informacji gromadzonych w ramach Systemu Kontroli Środowiska



Powyższe działania są zalecane przez międzynarodowe organizacje lotnicze (ICAO i EASA). Jednym z kluczowych zagadnień jest wypracowanie zasad współpracy z lotnictwem wojskowym oraz udział w programach radarowej kontroli ruchu ptaków w skali Unii Europejskiej, m.in. zgodnie z zaleceniami sprecyzowanymi przez IBSC BAM oraz FlySafe ESA (źródło: Liechti F., van Gasteren H. 2010). W olbrzymiej mierze dane o występowaniu ptaków w przestrzeni powietrznej pochodzą z odpowiednio przetworzonych informacji z radarów pogodowych. Tylko działania systemowe w skali ponadlokalnej, obrazujące na odpowiednich mapach przewidywane zagrożenia kolizji statków powietrznych w strefach występowania ptaków będą w stanie zapewnić odpowiedni poziom bezpieczeństwa lotniczego, zarówno operacji lotniczych lotnictwa cywilnego, jak i wojskowego.

Ponadto, informacje gromadzone w ramach tworzenia i funkcjonowania Systemu Kontroli Środowiska (SKS) pozwolą z odpowiednim, wyprzedzeniem na bardziej szczegółowe określenie potencjalnego wpływu oddziaływania lotniska na środowisko, w którym ryzyko potencjalnych kolizji statków powietrznych z ptakami powinno być ujęte w odrębnym rozdziale raportów środowiskowych. Jednocześnie, System Kontroli Środowiska byłby dla podmiotów zarządzających lotniskami jednym z najważniejszych „narzędzi” podczas okresowych przeglądów ekologicznych, umożliwiającym odpowiednie dostosowanie form i sposobu użytkowania nieruchomości lotniskowych, wraz z możliwością określenia zakresu rzeczowego inwestycji podczas modernizacji i rozbudowy lotnisk.

Literatura

1. http://staff.science.uva.nl/~shamoun/BAMBAS/IBSC_BAM/. Inf. Na dzień: 04.05.2011
2. <http://www.caa.co.uk/default.aspx?catid=375&pagetype=90&pageid=3404>. Inf. na dzień: 04.05.2011
3. FAA Wildlife Strike Database. <http://wildlife-mitigation.tc.faa.gov/wildlife/database.aspx>. Inf. Na dzień: 15.10.2011
4. <http://public.flysara.nl/bambas/index.php>. Inf. Na dzień: 04.05.2011
5. Rozporządzenie ministra transportu z 18 stycznia 2007 roku w sprawie wypadków i incydentów lotniczych. DzU 07.35.225
6. Airport Council International ACI, 2009. Policies and Recommended Practices Handbook. Seventh edition, November 2009.
7. Allan J.R. 2000. Human Conflicts with Wildlife: Economic Considerations. Third National Wildlife Research Center Symposium. Fort Collins, Colorado.
8. Allan J.R. 2005. The Best practice standards for aerodrome Bird control. IBSC27/WP V-5 Ateny
9. Anagnostopoulos A. 2003. Bird strike assessment for Athens International Airport. IBSC26/WPAE2, Warszawa.
10. Battistoni V. 2007. Facing bird attracting factors outside airports: the Italian approach. 5th Bird Strike Committee of Croatia conference, Sv. Martin na Muri, March 2007.
11. Bishop J., McKay H., parrot D., Allan J. 2003. Review of international research literature regarding the effectiveness of auditory bird scaring techniques and potential alternatives. DEFRA, Wielka Brytania.
12. Both I., van Gasteren H., Dekker A. 2010. A quantified species Bird Hazard Index. BSC29/WP Cairns.
13. Cleary E.C., Wright S.E., Dolbeer R.A. 2000. Wildlife Strikes to civilian aircraft in the United States 1990-1999. Federal Aviation Administration, Washington, D.C., USA.
14. Cleary, E. C. and R. A. Dolbeer. 2005. Wildlife hazard management at airports, a manual for airport personnel. Second edition. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration. Washington, D.C., USA
15. Cleary E.C., Dickey E. 2010. Guidebook for Addressing Aircraft/Wildlife Hazards at General Aviation Airports. ACRP report 32. Washington, DC.
16. Christensen, T.K. (2008). Risk assessment in relation to restoration of wetlands (lakes and wet meadows) in proximity to airports, a basic model. IBSC28 WP02.
17. Davis R.A., Kelly T., Sowden R., MacKinnon B. 2003.
18. Davis R.A., Kelly T., Sowden R., MacKinnon B. 2003. Risk-based Modeling to Develop Zoning Criteria for Land-use Near Canadian Airports
19. Dekker A., van Gasteren H. 2005. EURBASE: military bird strike frequency in Europe. IBSC27/WP IX-5. Athens.
20. Dekker A., van Gasteren H., Shamoun-Baranes J. 2006. EUROBASE, Progress Report and first Impression on Bird Species. Birds and Aviation, Vol.26,2:1-7.
21. Dolbeer R.A., Wright S.E., Weller J., Begier M.J. 2009. Wildlife Strikes to Civil Aircrafts in the United States 1990-2008. FAA National Wildlife Strike Database Serial Report Number 15. Washington, DC.
22. Dolbeer R.A. 2010. Overview of bird strike hazard. NTSB Public Hearing US Airways Flight 1549. Washington, DC.
23. Dolbeer R.A. 2011. Increasing trend of damaging bird strike with aircraft outside the airport boundary: implications for mitigation measures. Human-Wildlife Interactions 5 (2): 235-248.
24. Dzik T., Kiernicki A. 2005. Ptaki - użytkownicy przestrzeni powietrznej. Przegląd Sił Powietrznych. Sierpień 2005
25. EASA. 2010. Terms of References ADR.002.
26. FAA AC 150/5300-13 Airport Design. 1989.
27. FAA AC 150/5200-33A Hazardous Wildlife Attractants On Or Near Airports. 2004.
28. FAA, Part 139 (http://www.faa.gov/airports/airport_safety/part139_cert/?p1=faq)
29. van der Grift E.A., de Molenaar H. 2008. Quick-scan: Effects of low-flying aircraft on wildlife. Appendix: Literature Review Alterra, Wageningen.
30. International Bird Strike Committee. 2006. Standards For Aerodrome Bird/Wildlife Control. Recommended Practice No. 1
31. ICAO. 2009. Managing Wildlife Hazard to Aircraft. Tenth Meeting of Directors of Civil Aviation of the Central Caribbean (C/CAR/DCA/10) Cayman Islands.
32. Kaczyńska-Adamczyk S. 2010. Odpowiedzialność zarządzającego portem lotniczym w przypadku bird strike. Lotnisko 6(26): 10-11.
33. Kelly T.C., O'Callaghan M.J.A., Bolger R. 2001. The avoidance behavior shown by the rook (*Corvus frugilegus*) to commercial aircraft. Pp 291-299 w: Peltz H.J., Cowen D.P. (eds.) Advances In vertebrate pest management II. Filander Verlag.

34. Kempf, N. & O. Hüppop (1998): "Wie wirken Flugzeuge auf Vögel? - Eine bewertende Übersicht" in *Naturschutz und Landschaftsplanung* 30, (1), pp.17 - 28
35. Kitowski, I., Grzywaczewski, G., Cwiklak, J., Grzegorzewski, M., Krop, S., 2010: Landscape and other ecological factors in bird strike risk management - the case study of the Dęblin military airfield (eastern Poland). In: Barančoková, M., Krajčí, J., Kollár, J., Belčáková, I. (eds.), *Landscape ecology - methods, applications and interdisciplinary approach*. Institute of Landscape Ecology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, pp. 803-811. ISBN 978-80-89325-16-0
36. Kitowski I., Grzywaczewski G., Cwiklak J., Grzegorzewski M, Krop S. 2011. Falcon activities as Bird dispersal tool At Dęblin Airfield (E Poland). *Transportation Research Part D* 16 (1): 82-86
37. Kitowski I., Grzywaczewski G., Cwiklak J., Grzegorzewski M, Krop S. (w druku) Birdstrike Risk Management at Dęblin Military Airfield (Eastern Poland): Checking the Effectiveness of Methods for Deterring Birds with the Help of Falconer Activity. *Polish Journal of Environmental Studies*.
38. Kitowski I. 2011. Civil and Military Birdstrikes in Europe: An Ornithological Approach. *Journal of Applied Science* 11 (1): 183-191.
39. Klimowicz-Sikorska M. 2010. Samolot zawrócił po zderzeniu z ptakiem. Trójmiasto.pl Portal Regionalny. http://www.trójmiasto.pl/wiadomosci/Samolot-zawrocil-po-zderzeniu-z-ptakiem-n39400.html?id_news=39400&sort=up&strona=4. Inf. Na dzień: 04.05.2011
40. Komenda-Zehned S., Cevalloe M., Bruderer B. 2003. Effect of disturbance by aircraft overflight on waterbirds - an experimental approach. *IBSC26/WP-LE2*
41. Klope M.w., Beason R.C. Nohara T.J., Begier M.J. 2009. Role of near-miss bird strikes in assessing hazards. *Human-Wildlife Conflicts* 3 (2): 208-215.
42. Kneeshaw R. The value of photographic remains identification in the UK. *IBSC Cairns 2010*.
43. Liechti F., van Gasteren H. 2010. Current stage of bird radar systems. *IBSC Cairns 2010*.
44. Luniak M. 1970. Aktualne zagadnienia ochrony lotnictwa przed ptakami. *Przegląd Zoologiczny*, XV, 2: 179-183.
45. Luniak M. 1974. Gdy krzyżują się szlaki ptaków i samolotów. *Przekrój* nr 1537.
46. Maragakis I. 2009. Bird population trends and their impact on Aviation safety 1999-2008. European Aviation Safety Agency.
47. Martin J.A, Belant J.L, DeVault T.L., Blackwell B.F., Burger Jr. L.W., Riffell S.K., Wang G. 2011. Wildlife risk to aviation: a multi-scale issue requires a multi-scale solution. *Human-Wildlife Interactions* 5 (2): 198-203.
48. Meissner W., Betleja J. 2007. Skład gatunkowy, liczebność i struktura wiekowa mew *Laridae* zimujących na składowiskach odpadów komunalnych w Polsce. *Not. Orn.* 48: 11-27
49. Ovadia O. 2005. Ten years of Birdstrikes in Israeli Air Forces. *IBSC27/WP VII-2*, Athens.
50. Sowden R., Kelly T., Dudley S. 2007. Airport Bird Hazard Risk Assessment Process. Transport Canada
51. Świdwiński P. 2007. Ptaki nad lotniskami. *Lotnisko* 3/2007
52. Tareh, H.A., and Hoon, A., 2005, "Water birds, aircraft and bird strikes in I.R. Iran," International Bird Strike Committee, *IBSC27/WP P-5*
53. Thorpe J. 2003. Fatalities and destroyed civil aircraft due to Bird strike, 1912-2002. *IBSC26/WP-SA1*, Warszawa
54. Wilk T., Jujka M., Krogulec J., Chylarecki P. (red) 2010. *Ostoje ptaków o znaczeniu międzynarodowym w Polsce*. OTOP, Marki
55. Zalakevicius, M. (2000a). Wetlands and aviation: between protection and regulation. 25th IBSC meeting, Amsterdam. pp 365-373.
56. Zalakevicius, M. (2000b). Global climate change, bird migration and bird strike problems. 25th IBSC meeting, Amsterdam. pp 509-525.