

## Wpływ ruchu lotniczego na ptaki. Część I

Michał Skakuj, Ignacy Kitowski, Dorota Łukasik

Rozwój lotnictwa sprawia, że jego wpływ na środowisko jest coraz wyraźniej zaznaczony. Relacje pomiędzy środowiskiem a lotnictwem obejmują m.in. kwestie związane z kolizjami statków powietrznych ze zwierzętami. Część kolizji związana jest z bezpośrednim zagrożeniem życia i zdrowia ludzi, a także uszkodzeniami często bardzo drogich maszyn. Zjawisko kolizji z udziałem zwierząt, w tym także katastrof, dotyczy ssaków (wliczając nietoperze), gadów, płazów, a także owadów (MacKinnon et al. 2004, Dolbeer et al. 2012, Dolbeer 2013). Jednak przypadki kolizji z ptakami stanowią olbrzymią większość, dlatego informacje dotyczące awifauny są tak istotne dla bezpiecznego funkcjonowania lotnisk. Występowanie gatunków, dynamika liczebności i ich zachowanie są podstawą dla oszacowania ryzyka i skali zagrożeń dla ruchu lotniczego (Drevitt 1999, Allan 2000, Sodhi 2002, Dolbeer 2003, Kelly & Allan 2006).

Od pierwszego lotu braci Wright w lotnictwie cywilnym zderzeniom z ptakami przypisano 55 wypadków, w których zginęło 276 osób, a co najmniej 100 samolotów oraz 8 śmigłowców uległo całkowitemu zniszczeniu (Thorpe 2012). Jedynie światowe lotnictwo corocznie notuje straty rzędu 2 miliardów dolarów na skutek zderzeń z ptakami. Jednocześnie należy oczekiwać, że wraz ze wzrostem liczby operacji lotniczych i rozwojem lotnictwa w Polsce, jak i na świecie, liczba kolizji z ptakami i koszty z tym związane będą stale rosły (Allan & Orosz 2001, Dolbeer 2006, ACRP 2011). Problem kolizji z ptakami i innymi zwierzętami poruszany jest w wielu publikacjach Organizacji Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (International Civil Aviation Organization – ICAO) (ICAO 2012). Od wielu lat kolizje ze zwierzętami są tematem analiz, opracowań oraz konferencji organizowanych m. in. w ramach International Bird Strike Committee (IBSC), która to organizacja w 2012 roku przekształciła się w World Birdstrike Association (WBA) (<http://www.worldbirdstrike.com/>). W Polsce kolizjami z ptakami zajmuje się Komitet ds. Zderzeń Statków Powietrznych ze Zwierzętami, działający przy Urzędzie Lotnictwa Cywilnego (ULC).

Większość kolizji statków powietrznych z ptakami ma miejsce na niskich wysokościach i dotyczy faz startu i lądowania samolotów. Podkreśla się, że ok. 85% kolizji ma miejsce do około 300 m nad ziemią, a kolejne 10% na wysokościach do ok. 500 m (EASA 2009, Maragakis 2009, Dolbeer 2012). Najwyżej odnotowana kolizja z ptakiem dotyczyła sępa uszatego *Torgos tracheliotos* w Afryce Południowej i miała miejsce na wysokości ok. 11 300 m (Laybourne 1974). Jednak problem kolizji dotyczy głównie obszaru lotnisk i ich najbliższego sąsiedztwa. Szacunki ryzyka kolizji i zagrożenia z tym związane opierają się na danych o występowaniu ptaków oraz analizach przypadków kolizji. Niestety w polskim piśmiennictwie, poza pojedynczymi publikacjami (np. Milkiewicz 1967, Czaja 1968, Luniak 1971, Luniak 1974, Dzik & Kiernicki 2005), niewiele jest informacji na temat relacji ptaki – lotnictwo. Większość z nich przedstawia ptaki jako zagrożenie bezpieczeństwa operacji lotniczych. Tylko nieliczne publikacje omawiają, zazwyczaj w niewielkim zakresie, oddziaływanie lotnictwa na ptaki (Matyjasiak 2008, Kitowski et

al. 2010, Kitowski et al. 2011a, b). Prace te koncentrują się na problematyce minimalizowania ryzyka kolizji z samolotami. Z kolei w analizie dotyczącej lokalizacji lotnisk na Mazowszu oraz w planie ochrony orlika krzykliwego *Aquila pomarina* w Puszczy Knyszyńskiej jedynie wspomina się o potencjalnych zagrożeniach dla ptaków związanych z ruchem lotniczym (Komornicki & Śleszyński 2009, FPP Consulting 2013). Prowadzi to do wyolbrzymiania lub lekceważenia problemu negatywnego oddziaływania na awifaunę i zagrożeń dla ruchu lotniczego.

Szacunki potencjalnych zagrożeń zarówno dla lotnictwa, jak i dla ptaków są niezbędne m. in. do opracowania raportów oddziaływania na środowisko dla inwestycji związanych z lotniskami. Plany rozwoju sieci dużych lotnisk w Polsce obejmują budowę nowych obiektów (np. lotnisko regionalne dla woj. podlaskiego) lub znaczącą ich rozbudowę (Szymany, Pyrzowice). Szacuje się, że w Polsce do roku 2020 nastąpi trzykrotny wzrost przewozów pasażerskich (URM 2007). Plany modernizacji obejmują też szereg mniejszych obiektów (np. Suwałki, Gliwice) i budowy nowych lotnisk i lądowisk (np. w rejonie Elku), co związane jest z rozwojem lotnictwa ogólnego (ang. General Aviation – GA). Lotnictwo ogólne obejmuje cały ruch lotniczy z wyłączeniem lotów rozkładowych i wojskowych. Dotyczy zatem głównie małych, prywatnych statków powietrznych, takich jak samoloty, szybowce, motoszybowce, motolotnie, parolotnie, balony (ULC 2013c, d). O wzroście popularności lotnictwa świadczy także duża liczba pokazów i festynów lotniczych organizowanych także w miejscach o wysokich walorach przyrodniczych (np. Warmia i Mazury, Podlasie). Ponadto, zgodnie z planami Polskich Sił Zbrojnych, podobnie jak w latach ubiegłych, wzrastać będzie liczba operacji lotniczych prowadzonych przez lotnictwo wojskowe (Goławski 2013). Dlatego rozwój sieci lotnisk wymaga profesjonalnej oceny negatywnego oddziaływania na ptaki i zagrożeń dla ruchu lotniczego. Dotyczy to zarówno poszczególnych inwestycji, jak i całościowej oceny wpływu rozwoju lotnictwa na obszary chronione (Natura 2000, parki narodowe, obszary IBA).

Część publikowanych prac analizujących reakcje określonych grup zwierząt i gatunków na ruch lotniczy to projekty zlecane przez różnorodne instytucje rządowe (US Forest Service 1992, Larkin et al. 1996, National Parks Service 1996, Kelly & Allan 2006, Radle 2007, ACRP 2008, EASA 2009). W Polsce również opublikowano analizy dotyczące hałasu lotniczego w odniesieniu do stref wokół lotnisk oraz poziomu zanieczyszczeń związanych ze spalinami lotniczymi (ULC 2013a, b). Wiele publikacji dotyczących nowych lub modernizowanych lotnisk kładzie nacisk na relacje ruch lotniczy – środowisko, w tym na kwestie negatywnego oddziaływania na faunę, a w szczególności na ptaki (Zalakevicius 2000, Fried & Dill 2002, Bell et al. 2003, Christensen 2008, Natural England 2011 a, b). Rośnie również znaczenie analiz omawiających relacje ptaki – lotnictwo, niezbędnych dla akceptacji decyzji o budowie nowych lub rozbudowie już istniejących lotnisk. Przykładem może być protest Królewskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków (RSPB) przeciwko lokalizacji nowego portu lotniczego w ujściu Tamizy (Jowit 2012, RSPB 2012). Także w Polsce notowano protesty związane z możliwym negatywnym oddziaływaniem takich inwestycji na ptaki (Modlin, Białystok) i ssaki (Lublin). Konflikty dotyczyły zazwyczaj lokalizacji lotnisk w pobliżu terenów ważnych dla ochrony ptaków, w tym obszarów chronionych, np. parków narodowych i obszarów sieci Natura 2000.

Niniejsza praca jest ogólną analizą głównie opublikowanych danych oceniających wpływ ruchu lotniczego na ptaki. W kolejnej części przedstawimy już szczegółowo reakcje gatunków ptaków na ruch lotniczy. Informacje te są naszym zdaniem niezbędne zarówno do analizy zagrożeń dla lotnisk i lądowisk, festynów lotniczych, ale też dla opracowywanych planów ochrony, np. obszarów Natura 2000 czy poszczególnych gatunków ptaków.

## Lotniska jako miejsca występowania ptaków

Duże, otwarte tereny lotnisk są bardzo atrakcyjne dla ptaków. Obszary te z jednej strony charakteryzują się zazwyczaj ograniczoną presją drapieżniczą (lisy, psy, dziki), co związane jest z tym, że część lotnisk, np. porty lotnicze, otoczone są wysokim płotem. Z drugiej zaś strony lotniska są doskonałymi miejscami odpoczynku, żerowania oraz gniazdowania dla wielu gatunków ptaków. Wynika to m. in. z większej dostępności do potencjalnej zdobyczy (drobne ssaki, owady), związanej np. z regularnym koszeniem (DeVault & Washburn 2013). Ponadto infrastruktura lotniskowa, która nie jest chroniona systemami kolcowymi (zapobiegającemu siadaniu ptaków, np. pustułki *Falco tinnunculus*, myszołowa *Buteo buteo*), dostarcza licznych czatowni na samej płycie lotniska. Lotniska w Polsce to w przeważającej większości regularnie koszone obszary trawiaste. Konsekwencją tego jest obecność gatunków zdobywających pokarm na obszarach otwartych, dla których wysoka roślinność może stanowić barierę podczas żerowania. Powoduje to obecność w ich obrębie zarówno drobnych ptaków wróblowych *Passeriformes* (pliszki *Motacilla* sp., świergotki *Anthus* sp., skowronki *Alauda arvensis*), krukowatych *Corvidae* (wrona siwa *Corvus cornix*, gawron *C. frugilegus*, kawka *C. monedula*), szponiastych *Accipitriformes* (pustułka, myszołowy *Buteo* sp.), czy też mew *Lariidae* (śmieszka *Chroicocephalus ridibundus*, mewa siwa *Larus canus*, mewa srebrzysta *L. argentatus*, mewa białogłowa *L. cachinnans*) (Kitowski et al. 2010, Kitowski 2011, Kitowski et al. 2011a). Obecność na lotniskach zarówno krukowatych, jak i mew w dużej mierze związana jest z lokalizacją w ich pobliżu składowisk odpadów, portów morskich oraz zbiorników wodnych (Meisner & Betleja 2007). Należy także pamiętać, że w otoczeniu wielu lotnisk występują większe obszary leśne, a nawet większe zbiorniki wodne, co sprzyja występowaniu dużych ptaków, takich jak szponiaste czy blaszkodziobe *Anseriformes*. Lotniska są często zlokalizowane w pobliżu obszarów specjalnej ochrony sieci Natura 2000. Są to zarówno obszary cenne jako łęgowiska (np. Puszcza Napiwodzko-Ramucka, Puszcza Knyszyńska, Bieszczady), jak i z uwagi na znaczne koncentracje ptaków w okresach migracji i zimowania (np. obszary Zatoki Gdańskiej i Pomorskiej). Lotniska często graniczą z terenami o dość zróżnicowanych i bogatych siedliskach (np. lasy, ogródki działkowe). Dlatego przynajmniej część trawiastych obszarów lotnisk można traktować jako strefy ekotonu, z dużą liczbą występujących tam gatunków. Stąd w analizach relacji ptaki – lotniska tak istotne jest odniesienie występowania ptaków na samym terenie lotnisk do obszarów i siedlisk w ich otoczeniu (Dekker et al. 2011). W dokumentach ICAO wskazuje się na obszar buforowy o promieniu 13 km wokół Punktu Odniesienia Lotniska (Airport Reference Point – ARP), jako optymalnej strefy analizy zagrożeń związanych z obecnością ptaków (ICAO 2012). Oczywiście obszar ten nie wskazuje jednoznacznie terenów, gdzie występuje negatywne oddziaływanie na ptaki i dotyczy głównie analiz związanych z bezpieczeństwem operacji lotniczych. Lądujące samoloty osiągają tu wysokość <500 m nad poziomem ziemi, gdzie dochodzi do ok. 95% kolizji statków powietrznych z ptakami (EASA 2009, Maragakis 2009, Dolbeer 2012). Zwraca się jednak uwagę na konieczność głębszej analizy warunków lokalnych, np. obecność zbiorników wodnych czy też wysypisk śmieci oddalonych ponad 13 km, poza strefą lotniska, które mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo operacji lotniczych (Battistoni 2007). Oddziaływanie na ptaki związane jest przede wszystkim z wysokością przelotu i typem statków powietrznych. Dlatego z uwagi na określone wysokości lotu podchodzących do lądowania samolotów, najważniejsze są tereny w najbliższym sąsiedztwie lotniska oraz na przedłużeniu drogi startowej (Sowden 2007, Skakuj & Szmit 2011). Zaproponowany poniżej podział stref zagrożenia

Proponowane strefy bezpieczeństwa  
(od progu drogi startowej):

■ Lądowania (do 3 km) (1)

■ Podejścia (do 6 km) (2)

■ Dolotu (6–13 km) (3)



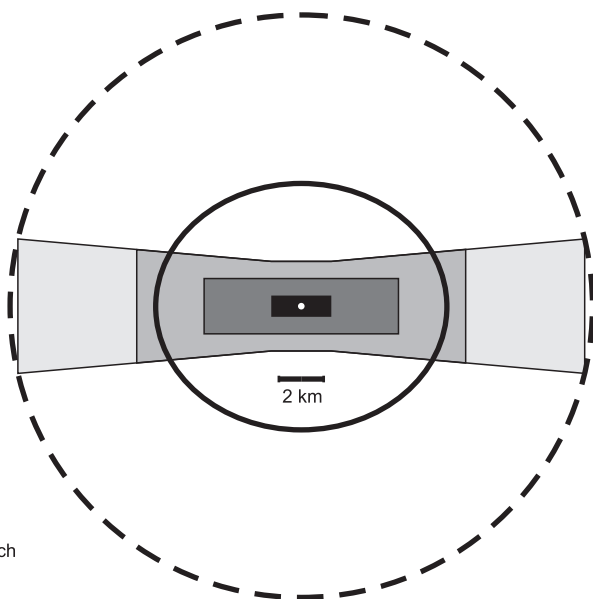
Pas drogi startowej z punktem  
odniesienia lotniska (ARP) (4)



„Otoczenie lotniska”  
5 km bufor (Ustawa Prawo lotnicze) (5)



Strefa bezpieczeństwa operacji lotniczych  
13 km bufor (ICAO) (6)



**Rys. 1.** Proponowane strefy bezpieczeństwa operacji lotniczych

**Fig. 1.** The aviation safety zones proposal around aerodrome, distance from the end of the runway. (1) – landing zone (up to 3 km), (2) – approach zone (up to 6 km), (3) – outer approach zone (6–13 km), (4) – runway and ARP, (5) – airport vicinity (according to Polish regulations), (6) – 13 km zone from ARP (according to ICAO)

bazuje na światowych danych o udziałach liczby kolizji z ptakami odnotowanych dla poszczególnych wysokości i odnosi się do całości 13 km strefy. Najistotniejsze są tzw. strefa podejścia oraz strefa lądowania. Nad tymi obszarami lądujący samolot znajduje się na wysokościach od ok. 150 do 300 m (strefa podejścia: od 3 do 6 km od progu pasa drogi startowej) oraz poniżej 150 m (strefa lądowania: od progu pasa drogi startowej do 3 km czyli do początku strefy podejścia). Strefy te rozciągają się także na ok. 2 km po bokach pasa drogi startowej (rys. 1).

Należy jednak pamiętać, że w przypadku lotnictwa ogólnego wysokości przelotów statków powietrznych są znacznie niższe. W dużym uproszczeniu dopuszczalne pułapy lotu nad obszarami niezabudowanymi to zaledwie 150 m (Rozp. Min. Infrastruktury z dnia 11 czerwca 2010 r. w sprawie zakazów lub ograniczeń lotów na czas dłuższy niż 3 miesiące, Dz. U. z 2010 r., Nr 106, poz. 678). Dlatego np. małe samoloty, wiatrakowce i motolotnie zbliżając się do lotniska, mogą znacznie wcześniej niż duże samoloty komunikacyjne znajdować się na wysokościach poniżej 500 m nad poziomem ziemi. Dla mniejszych lotnisk obszar analizy zagrożeń związanych z ptakami może być mniejszy niż 13 km i dodatkowo uzależniony jest od intensywności i charakteru operacji lotniczych. Również skrócone analizy oddziaływania na środowisko mniejszych lotnisk powinny zawierać dane o potencjalnych oddziaływaniach lotniska na awifaunę oraz analizy zagrożeń związanych z obecnością ptaków.

## Czynniki negatywnego oddziaływania

Reakcje ptaków na ruch lotniczy obejmują całe spektrum zachowań, od wzrokowego śledzenia samolotu, poprzez postawę alarmową, aż do poderwania się do lotu i ucieczki. Reakcje te mogą trwać od kilku sekund aż do kilkunastu minut lub dłużej (np. powrót na żerowiska, czy też rozpoczęcie przerwanej inkubacji), w zależności od gatunku i siły bodźca. Efroymsen et al. (2001) wskazują na najważniejsze czynniki związane z przelotami statków powietrznych, wpływające na zwierzęta i ich zachowanie. Są to:

1. emisja hałasu (zmiany zachowania m.in. żerowiskowe, antydrapieżnicze, reprodukcyjne, zakłócenia komunikacji zwierząt oraz echolokacji),
2. fizyczna obecność zbliżającego się statku powietrznego (obiekt w powietrzu) lub jego cienia (zmiany zachowania), jednak z uwagi na stosunkowo słabo poznany efekt samej fizycznej obecności/pojawu statku powietrznego, omawiamy go łącznie z emisją hałasu,
3. kolizje ze statkiem powietrznym (prawie zawsze związane ze śmiercią zwierząt).

## Reakcje ptaków na hałas

Często trudno jest wskazać konkretny czynnik wywołujący daną reakcję w zachowaniu ptaków. Jednak najistotniejszym z nich wydaje się być hałas, choć podkreśla się również znaczenie bodźców wzrokowych (Kempf & Huppopp 1997, Kelly et al. 2001, Kelly & Allan 2006, Blickley & Patricelli 2010). Wysokie natężenie hałasu, towarzyszące np. szybkim przelotom samolotów z silnikami turboodrzutowymi, może wpływać na zachowania zwierząt, w tym w procesy reprodukcyjne, np. na skutek opuszczenia lęgów. W efekcie czynniki związane z hałasem mogą wpływać na stan populacji (np. poprzez mniejszy sukces lęgowy, zaburzenia bilansu energetycznego w okresach zimowania i migracji związanego z płożeniem w miejscach istotnych koncentracji) (Efroymsen et al. 2001, Pepper et al. 2003). Z uwagi na charakter przemieszczania się fal dźwiękowych, zbliżający się samolot wywołuje gwałtowniejsze reakcje, niż kiedy się oddala. Jednocześnie wskazuje się na większe negatywne reakcje ptaków na hałas, ruch ludzi i maszyn na ziemi niż na przelatujące nisko samoloty (Delaney et al. 1999). Jednak dla wielu ptaków spotykanych na lotniskach trudno mówić o efekcie odstraszenia hałasem powodowanym przez samoloty. Wynika to zarówno z efektu przyzwyczajania się ptaków, jak i stosowania coraz cichszych silników w samolotach komunikacyjnych, co przejawia się krótszym dystansem reakcji. Wielokrotnie obserwowano kołujące samoloty komunikacyjne mijające żerujące bociany w odległości ok. 30 m, a towarzyszący temu hałas i widok samolotu nie wpływał na ich zachowanie. Podobnie u szponiastych obecność lotniska oraz nisko przelatujących samolotów nie jest związana z wyraźnym negatywnym oddziaływaniem, w tym z płożeniem. Ponadto sam bodziec wzrokowy (pojawienie się statku powietrznego) wywołuje reakcje typu uniesienia głowy, ale też ataku, np. w przypadku małego samolotu (Gladwin et al. 1988, Stalmaster & Kaiser 1997, Brown et al. 1999, Efroymsen et al. 2001, Murphy et al. 2001, Schueck et al. 2001, Palmer et al. 2003).

Poziom hałasu uzależniony jest od wielu czynników: typu statku powietrznego (głównie liczby i rodzaju silników), pogody (opady i wiatr wpływają na sposób przenoszenia się fal dźwiękowych), czy wreszcie ukształtowania terenu (odbicia fal dźwiękowych od przeszkód: gór, ściany lasu, wysokich zakrzaczeń itp.) (Standen 2001, Barber et al. 2011). Należy podkreślić znaczenie rzeczywistego natężenia hałasu w danym rejonie (tła), który jest często pomijany w analizach oddziaływania ruchu lotniczego na ptaki. Wartości te

w otwartym krajobrazie rolniczym mogą sięgać 40–45 dB. Dlatego obszary analizy negatywnego oddziaływania hałasu wokół lotnisk powinny dotyczyć terenów położonych w obrębie izofony o wartości większej niż 55 dB. Jest to granica odpowiadająca normie długotrwałego dopuszczalnego średniego poziomu dźwięku dla uzdrowisk i szpitali (ULC 2013b). Natomiast uszkodzenia aparatu słuchu ptaków mogą występować jedynie przy ciągłej ekspozycji, rzędu 12–24 godzin, na hałas o poziomie 112–120 dB (Ryals et al. 1999), co w praktyce nie ma miejsca na lotniskach.

Wykorzystanie procedur SID (Standard Instrument Departure) przy starcie i STAR (Standard Instrument Arrival) przy lądowaniu powoduje, że samoloty w rejonach portów lotniczych poruszają się po precyzyjnie wyznaczonej linii. W efekcie olbrzymia większość lądujących i startujących samolotów przelatuje tą samą trasą nad ściśle określonymi obszarami. Ma to z kolei duże znaczenie przy analizach potencjalnego oddziaływania na ptaki. Precyzyjne określenie trasy przelotów w znacznym stopniu zawęża obszar potencjalnego oddziaływania związanego głównie z emisją hałasu (Skakuj & Janiszewski 2014).

## **Hałas emitowany przy przekraczaniu bariery dźwięku przez samoloty**

Kwestia wpływu gromu dźwiękowego związanego z przekraczaniem bariery dźwięku była tematem wielu badań przeprowadzanych m. in. na poligonach w Stanach Zjednoczonych nad takimi gatunkami jak: bielik amerykański *Haliaeetus leucocephalus*, myszółów rdzawosterny *Buteo jamaicensis* i sokół wędrowny *Falco peregrinus* (Mancini et al. 1988, Ellis et al. 1991). Reakcje tych ptaków gniazdujących w okolicy lotnisk były często ograniczone jedynie do podnoszenia głowy i nie odnotowano wpływu gromu na sukces lęgowy (przeżywalność młodych). Podobnie nie odnotowano wyraźnych negatywnych oddziaływań hałasu, w tym gromu dźwiękowego, na gniazdujące kolonijnie kormorany krasnolice *Phalacrocorax pelagicus* oraz mewy popielate *Larus smithsonianus* w Kalifornii (Schreiber & Schreiber 1980, Air Force 2000). W badaniach nad zespołem leśnych ptaków wróblowych w rejonach przelotów naddźwiękowych nie stwierdzono negatywnych reakcji ptaków, poza krótkimi przerwami w śpiewie (na ok. 10 s tuż przed nadejściem fali dźwiękowej). Był to efekt fali sejsmicznej związanej z gromem dźwiękowym, która przemieszczała się znacznie szybciej niż fala dźwiękowa (Higgins 1974). Jednak u kondora kalifornijskiego *Gymnogyps californianus* notowano bardziej gwałtowne reakcje na grom dźwiękowy, łącznie z chwilowym opuszczeniem gniazda oraz przerwaniem tokami (Wilbur 1978).

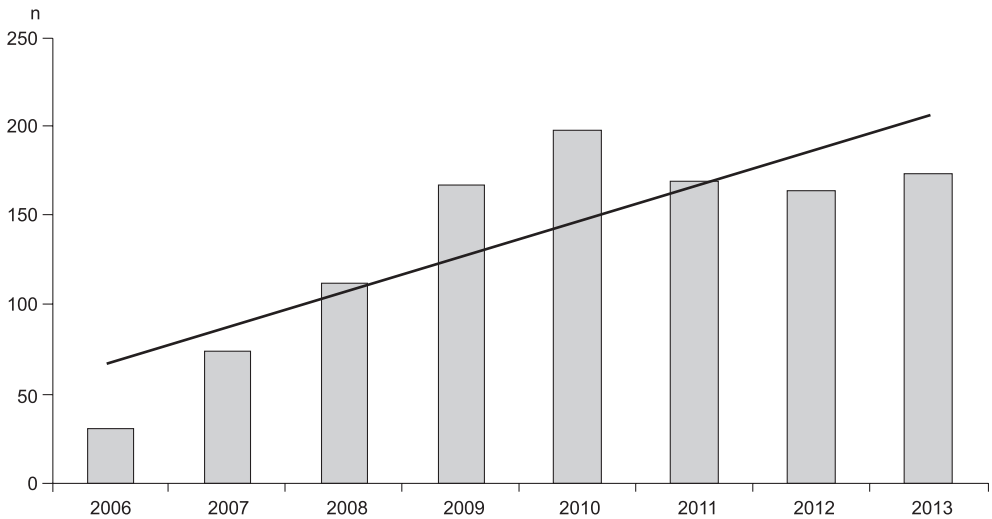
Testy laboratoryjne nie wykazały bezpośredniego negatywnego oddziaływania gromu (w tym zmian ciśnienia związanych z falą uderzeniową) zarówno na strukturę skorupki jaj (np. poprzez pęknięcia), a także na embriony i ich rozwój (Bowles et al. 1994, Ting et al. 2002). Podobnie w eksperymentach na lęgach dzikich indyków *Meleagris gallopavo* nie stwierdzono wpływu na lęgi (gniazda z jajami) czy też na przeżywalność piskląt z powodu oddziaływania fali gromu dźwiękowego. Natomiast reakcje dorosłych osobników ograniczały się do krótkiego zaniepokojenia, trwającego 10–20 sek. (Lynch & Speake 1978). Należy tu przywołać fakt, błędnie przytaczany jako spektakularny przykład negatywnego oddziaływania gromu dźwiękowego na ptaki. Dotyczy on masowego opuszczenia gniazd w kolonii rybitw czarnogrzbitych *Sterna fuscata* (ok. 50 tys. ptaków), co mogło być spowodowane stratami w lęgach na skutek popekania skorupki jaj, na wyspach Dry Tortugas u wybrzeży Florydy, odnotowane w 1969 r. (Austin et al. 1970). Autorzy wskazali jednoznacznie, że codzienne niskie przeloty przy naddźwiękowej prędkości

powodowały porzucenia kolonii przez większość dorosłych rybitw. Jednak późniejsze badania w tym samym rejonie nad wpływem gromu nie potwierdziły jego negatywnego oddziaływania na kolonie ptaków, w tym rybitw i głuptaków maskowych *Sula dactylatra* (Bowles et al. 1991). Wskazują one jednocześnie na takie czynniki, jak wysoki poziom wody i złe warunki pogodowe, które mogły doprowadzić do tak dramatycznej straty lęgów, jednak bez wyraźnego związku z przekraczaniem bariery dźwięku przez przelatujące samoloty. Natomiast Brown (2001) wskazuje w tym przypadku (niski przelot samolotów wojskowych) na potencjalne większe znaczenie bodźców wzrokowych (pojawienie się samolotu) niż słuchowych (hałas związany z przelotem samolotów) dla kolonijnych ptaków morskich.

Nad obszarem Polski zakazane jest przekraczanie prędkości dźwięku lub lotu z prędkością naddźwiękową na i poniżej wysokości ok. 10 tys. m (34 tys. ft) oraz istnieje całkowity zakaz przekraczania prędkości dźwięku lub lotu z prędkością naddźwiękową w godzinach nocnych, za wyjątkiem bardzo rzadkich lotów bojowych samolotów przechwytyjących w ramach misji Air Policing systemu obrony powietrznej (Rozp. Min. Infrastruktury w sprawie zakazów lub ograniczeń lotów na czas dłuższy niż 3 miesiące). Tak więc w Polsce negatywne oddziaływanie zjawiska gromu dźwiękowego na ptaki należy uznać za praktycznie zerowe.

## Śmiertelność ptaków w wyniku kolizji ze statkami powietrznymi

Praktycznie wszystkie kolizje ze statkami powietrznymi kończą się śmiercią zwierząt, jednak nie ma to istotnego znaczenia na poziomie populacyjnym (za wyjątkiem gatunków skrajnie nielicznych, gdzie każda strata osobnika może mieć wpływ na stan populacji). Część tych kolizji skutkuje natomiast poważniejszymi uszkodzeniami statków powietrznych lub wpływa na przebieg lotu. Szacuje się, że jedynie ok. 15% zderzeń z ptakami skutkuje uszkodzeniami statków powietrznych. Natomiast w przypadku ssaków naziemnych (głównie kopytnych) udział zderzeń, w wyniku których odnotowuje się uszkodzenia wynosi aż 59%. Średnia liczba kolizji z ptakami na obszarze Stanów Zjednoczonych w latach 2001–2010 wynosiła 7135 kolizji/rok. Szacuje się, że udokumentowanych jest jedynie 25–30% kolizji, pomimo obowiązku zgłaszania (do odpowiednich struktur państwowych, w Polsce do Państwowej Komisji Badania Wypadków Lotniczych), każdego tego typu zdarzenia (kolizja, prawdopodobna kolizja) zapisanego w regulacjach lotniczych wielu państw (Eschenfelder 2003, Dolbeer et al. 2012). W Stanach Zjednoczonych ocenia się, że w porównaniu do szacunków śmiertelności w wyniku kolizji z takimi obiektami jak wysokie budynki, mosty, a także w ruchu drogowym, liczba ptaków ginących na skutek zderzeń z samolotami to ok. 30 tys. osobników, co stanowi mniej niż 0,01% wszystkich ofiar. Dla porównania, w tym samym czasie w kolizjach z turbinami wiatrowymi ginie ok. 570 tys. ptaków, na drogach około 80 mln, a koty chwytają ich nawet ponad 130 mln (Erickson et al. 2005, Dauphine & Cooper 2013, Smallwood 2013). W Polsce w ostatnich latach rocznie notowanych jest ok. 200 zdarzeń w ruchu lotniczym z udziałem ptaków, w tym także niepotwierdzonych kolizji ze statkami powietrznymi, z czego ok. 30 rocznie dotyczy lotnictwa Sił Zbrojnych (Skakuj & Ziółkowski 2012, ULC 2012, Skakuj 2013) (rys. 2). Dane z ostatnich lat wskazują raczej na wzrost liczby zgłoszeń tego typu przypadków niż wzrost liczby zdarzeń, które wznoszą raczej proporcjonalnie do skali ruchu lotniczego. Dlatego dopiero od roku 2009 można mówić o zgłaszanej liczbie zdarzeń bardziej zbliżonej do faktycznej skali tego zjawiska w Polsce. Często stosowanym wskaźnikiem w analizach zagrożeń związanych z kolizjami jest



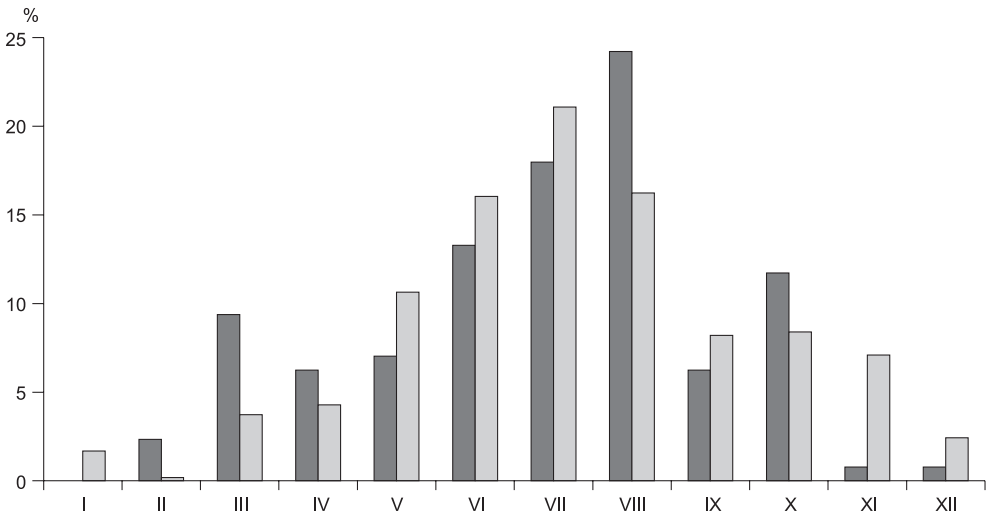
**Rys. 2.** Liczba zdarzeń z ptakami w portach lotniczych w Polsce (N=1091) (szare słupki) oraz linia trendu (czarna) (baza danych o zdarzeniach w lotnictwie cywilnym ECCAIRS, ULC)

**Fig. 2.** Number of bird related incidents in civil aviation in Poland (grey bars), and the trend line (black line) (after ECCAIRS database, Polish Civil Aviation Authority)

liczba odnotowanych zdarzeń z ptakami na 10 tys. operacji lotniczych. Parametr ten pozwala na bardzo ogólne porównanie zagrożeń związanych z kolizjami, np. pomiędzy lotniskami. Zazwyczaj dla portów lotniczych (Ameryka Północna, Europa) kształtuje się on w granicach od 3 do 8 kolizji, co potwierdzają również dane z Polski.

Dla każdego lotniska można wskazać specyficzną listę gatunków, które częściej ulegają kolizjom. Wynika to m.in. z natężenia ruchu lotniczego i rodzajów statków powietrznych, ale przede wszystkim ze struktury i dynamiki awifauny na danym obszarze. Jest to konsekwencją położenia lotniska oraz obecności określonych typów siedlisk na lotnisku, jak i w jego otoczeniu (Deacon & Rochard 2000, Davis et al. 2003, Sowden et al. 2007, Christensen 2008). Do olbrzymiej większości kolizji w przypadku lotnictwa cywilnego dochodzi głównie w trakcie startu oraz lądowania samolotów. W tych fazach lotu statki powietrzne znajdują się na wysokościach < 300 m, w tzw. strefie podejścia (rys. 1). Duża część kolizji dotyczy samego obszaru lotniska, jednak z uwagi na efektywne programy minimalizowania obecności ptaków na lotniskach, udział kolizji odnotowanych na wysokościach < 150 m, w porównaniu do wysokości powyżej 150 m, maleje w ostatnich latach (Dolbeer 2011). Wzrasta więc znaczenie zarówno potencjalnego oddziaływania na ptaki, ale również znaczenie zagrożeń związanych z ryzykiem kolizji na wyższych wysokościach. Dotyczy to obszarów wokół lotnisk, przede wszystkim w odległościach do ok. 3 tys. m na przedłużeniach pasów dróg startowych (Skakuj & Kitowski 2011, Dolbeer & Begier 2012). Kolizje dotyczą w większości najpospolitszych i najliczniej spotykanych gatunków z takich grup jak: wróblowe, blaszkodziobe, mewy oraz gołębie *Columbidae* (EASA 2009, Dolbeer et al. 2012). W Europie i w Polsce głównymi ofiarami kolizji ze statkami powietrznymi są mewy, gołębie (głównie rodzaj *Columba*, przede wszystkim gołębienie miejskie lub hodowlane), skowronki, jaskółki *Hirundinidae*, jerzyki *Apus apus*, czajki *Vanellus vanellus*, ale też myszołowy oraz pustułki (Dekker et al. 2006, Maragakis 2009, EASA 2009, Both et al. 2010, Kitowski 2011, Skakuj 2013). Miesięczny rozkład zdarzeń z ptakami w Polsce wskazuje na to, że do kolizji dochodzi przede wszystkim po wylo-





**Rys. 3.** Udział zdarzeń z ptakami w lotnictwie wojskowym oraz portach lotniczych w Polsce w latach 2009–2012. Czarne słupki – lotnictwo Sił Zbrojnych (N=128), szare słupki – porty lotnicze (N=700) (baza danych o zdarzeniach w lotnictwie cywilnym ECCAIRS, ULC, dane Dowództwa Sił Powietrznych)

**Fig. 3.** Bird related incidents as percentage for particular month in civil airports (grey bars) and in military (black bars) (after ECCAIRS database, Polish CAA and Military Aviation Authority)

cie młodych ptaków z gniazd i na początku migracji jesiennej (rys. 3). Nie ma ścisłego związku pomiędzy warunkami pogodowymi a odnotowanymi kolizjami. W warunkach pogodowych sprzyjających zagęszczeniu strumienia migracji nad określonymi obszarami (np. zachodni Bałtyk), wzrasta również zagrożenie związane z potencjalnymi kolizjami statków powietrznych z ptakami (Ruhe 2003). Dodatkowo w przypadku lotnictwa cywilnego wzrost liczby kolizji w Polsce zbiega się również z wakacyjnym szczytem natężenia operacji lotniczych. Zatem problem śmiertelności dotyczy głównie ptaków młodych, dla których naturalne, znaczne wahania przeżywalności związane są głównie ze zmianami pogody (Robinson et al. 2007, Salewski et al. 2013). W tym kontekście udział śmiertelności związanej z kolizjami ze statkami powietrznymi jest marginalny dla populacji większości gatunków. Tam, gdzie notuje się licznie gatunki o wysokim priorytecie ochrony, podejmowane są działania ograniczające ich obecność. Dotyczy to np. kontroli populacji susłów moregawatych *Spermophilus citellus* na lotniskach w Bratysławie i Koszycach (Słowacja) oraz w Budapeszcie (Węgry), w celu ograniczenia zagrożeń kolizjami samolotów z rorogami *Falco cherrug* oraz orłami cesarskimi *Aquila heliaca* (Haple et al. 2006, Anonymus 2007, Latkova et al. 2007, Anonymus 2008).

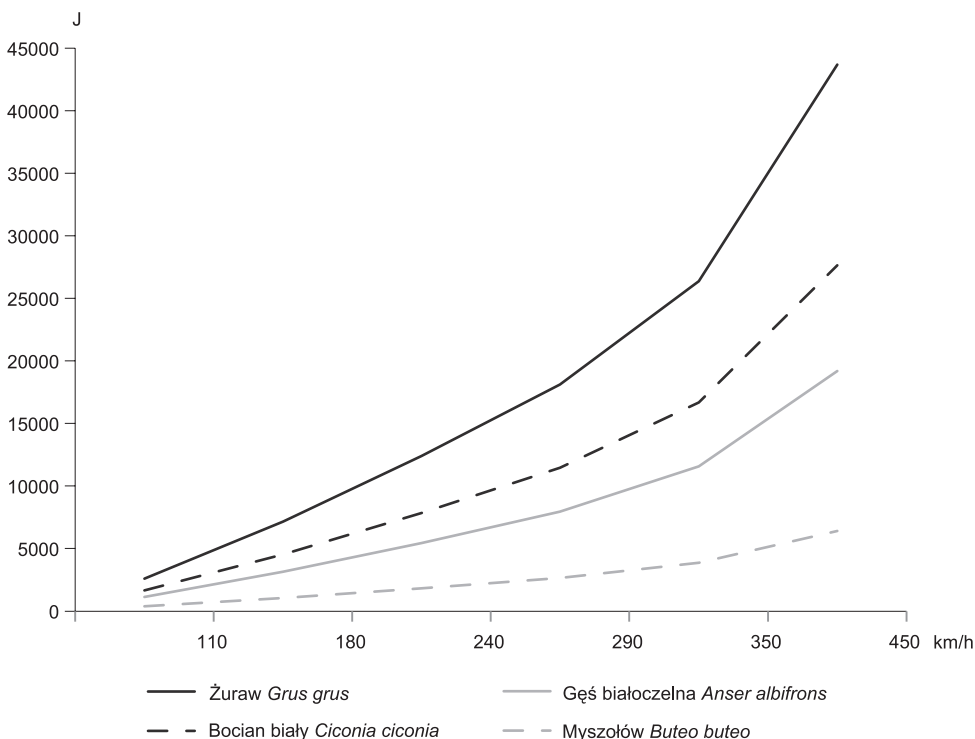
Szacując liczbę ofiar kolizji należy brać pod uwagę fakt, że nie wszystkie tego typu zdarzenia są zgłaszane. Wskaźnik zgłaszania kolizji z ptakami oscyluje na poziomie 25–30% dla państw będących członkami ICAO. Zakładając, że wskaźnik ten jest podobny w Polsce, przy ok. 200 zdarzeń z ptakami można przyjąć, że rzeczywista śmiertelność kształtuje się na poziomie ok. 800 ptaków rocznie. Z tej liczby większość dotyczy jaskółek, jerzyków, mew oraz gołębi. Nie są to zatem straty mogące wpłynąć na populacje lęgowe lub migrujące tych pospolitych ptaków. W ostatnich 30 latach odnotowano nie więcej niż 10 kolizji z bocianami białymi *Ciconia ciconia* (Klich 2008, Kitowski 2011, Skakuj & Szmit 2011, Skakuj 2012, dane archiwalne PKBWL). Tego typu śmiertelność na poziomie nie większym niż 1 os./3 lata, jest bez znaczenia dla polskiej, raczej stabilnej

populacji liczącej ok. 50 tys. par (Guziak & Jakubiec 2006, Chodkiewicz et al. 2013). Natomiast poważne uszkodzenia statków powietrznych w wyniku kolizji sprawiają, że bocian biały musi być postrzegany jako jeden z najmniejbezpieczniejszych dla lotnictwa gatunków, z uwagi na wielkość populacji lęgowej, preferencje siedliskowe oraz ryzyko i konsekwencje kolizji (Kitowski 2011, Skakuj 2013).

## Gatunki ptaków i poziomy zagrożeń związanych z ryzykiem kolizji

Zgodnie z zasadami fizyki, im większa masa ( $m$ ) poruszającego się obiektu, tym większą energią on dysponuje:  $e = \frac{1}{2} mv^2$  (przy zachowaniu tej samej prędkości  $v$ ). Dlatego skala zniszczeń spowodowanych kolizją zależy od masy/wielkości ptaka oraz liczby ptaków (jeśli lecą w stadzie). I tak, pojedynczy mniejszy ptak nie stanowi zazwyczaj większego zagrożenia, jednak zwarte stado (np. szpaków) stanowi podobne zagrożenie jak większe gatunki lecące pojedynczo (Dolbeer et al. 2000, Maragakis 2009). Analizy dotyczące poszczególnych gatunków ptaków uwzględniają również notowany w ostatnich latach wzrost liczebności populacji gatunków stanowiących duże zagrożenie w przypadku kolizji (gęsi, mewy, krukowate, część dużych szponiastych) (Dolbeer 2003, Maragakis 2009). Ten trend dotyczy również Polski i takich gatunków jak gęgawa *Anser anser* czy też bielik *Haliaeetus albicilla* (Neubauer et al. 2011, Polakowski et al. 2012). Warto też podkreślić różnice pomiędzy lotnictwem cywilnym i wojskowym; loty wojskowe mogą odbywać się bardzo szybko i na małych wysokościach. Powoduje to wzrost prawdopodobieństwa kolizji z uwagi na zwiększoną obecność ptaków oraz wyższe prawdopodobieństwa poważnego uszkodzenia samolotu, co wynika z dużych prędkości lotu. Charakter wykonywanych lotów wojskowych statków powietrznych powoduje wyraziste różnice w strukturze gatunkowej ptaków poddanych oddziaływaniu lotnictwa cywilnego i wojskowego, co zostało dość dobrze udokumentowane w badaniach z obszaru Izraela (Suarez et al. 1988, Owadia 2005). Czas reakcji ptaków (uniknięcie kolizji) od momentu zlokalizowania bodźca (np. zbliżającego się samolotu) do odpowiedniej reakcji jest bardzo mały. Solman (1981) wskazuje, że praktycznie w przypadku samolotów lecących powyżej 150 km/h, czas od chwili pojawienia się bodźca do momentu potencjalnej kolizji, jest zbyt krótki na odpowiednią reakcję ptaków dla uniknięcia kolizji.

Warto też podkreślić, że w europejskich certyfikatach bezpieczeństwa statków powietrznych (CS), wskazuje się bezpieczny poziom energii dla kolizji przy założonej prędkości i masie ptaków. I tak np. dla kadłuba samolotu klasy Boeing 737, poziom ten wynosi prawie 60 000 J, podczas gdy dla mniejszego Embraera 190 prawie trzy razy mniej – 21 675 J (EASA 2009). Tak więc inne poziomy zagrożenia występują dla poszczególnych typów statków powietrznych przy zderzeniu z tym samym gatunkiem ptaka lub gatunkami o tej samej masie. Istotne jest również to, że podobny stopień zagrożenia, mierzony energią, może cechować różne gatunki ptaków w zależności od prędkości lotu statku powietrznego. Energia zderzenia wzrasta proporcjonalnie do kwadratu prędkości (rys. 4). I tak, np. zderzenie z mewą przy prędkości 450 km/h wiąże się z większym zagrożeniem niż zderzenie z gęsią przy prędkości 230 km/h. Dlatego część opracowań dotyczących kolizji podkreśla znaczenie analiz nie tylko w odniesieniu do gatunków, ale przede wszystkim do wielkości energii związanej z kolizją (EASA 2009). Ponadto, dla ograniczenia skali zagrożeń wiele organizacji (ICAO, Unia Europejska), a także krajowych regulacji dotyczących ruchu lotniczego (w Wielkiej Brytanii, Kanadzie), zaleca stosowanie zasady nie przekraczania prędkości 250 kt (mil/h) (ok. 460 km/h) na wysokościach poniżej 10000 ft (stóp) (ok. 3000 m) nad ziemią (Skakuj & Janiszewski 2014).



**Rys. 4.** Wielkość energii (J) – oś pionowa, wytworzona w wyniku kolizji wymienionych gatunków ptaków z samolotem poruszającym się z daną prędkością (km/h) – oś pozioma. Skala prędkości w odniesieniu do przybliżonych wartości dla samolotów podchodzących do lądowania: 110 km/h – Cessna 150, 200 km/h – Bombardier Dash-8, 250 km/h – Boeing 737, 280 km/h – F-16. Zalecenia ICAO, EASA wskazują na nie przekraczanie prędkości ok. 460 km/h (250 mil/h) w locie poniżej wysokości ok. 3000 m (10000 ft)

**Fig. 4.** Bird strike energy (J) (vertical axis) for particular bird species and aircraft speed. Speed scale with reference to example landing aircrafts: 110 km/h – Cessna 150, 180 km/h – Bombardier Dash-8, 250 km/h – Boeing 737, 290 km/h – F-16. According to ICAO, EASA it is not recommended to exceed ca 460 km/h (250 kt) while flying below ca 3000 m (10000 ft)

Informacje o kolizjach związanych z uszkodzeniami statków powietrznych podane w pracach Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA) wskazują, że w przypadku dużych gatunków 45% kolizji dotyczy stad, natomiast 31% pojedynczych ptaków. Wszystkie kolizje z dużymi ptakami stanowią ponad 3/4 ogólnej liczby tych zderzeń. Dla średnich i małych gatunków jest to odpowiednio 20% oraz 4% (Maragakis 2009). Wskazuje się również na problem unikania kolizji przez ptaki: część dużych gatunków charakteryzuje się niższą zwrotnością (np. gęsi *Anser* sp., *Branta* sp., żurawie *Grus* sp., łabędzie *Cygnus* sp.), lub też słabiej reagują one na cichsze samoloty. Wielkość samolotu, jako wizualnego bodźca wywołującego reakcję ptaków, odgrywa rolę w unikaniu kolizji (Kelly & Allan 2006). Jednak przy dużych prędkościach (np. rzędu 360 km/h – 100 m/s i wyższych) czas reakcji jest bardzo ograniczony. Proponowany podział gatunków i grup gatunków ptaków na poziomy ryzyka odzwierciedla zagrożenia, jakie spowodowała by potencjalna kolizja ze statkiem powietrznym (Sowden et al. 2007). Najważniejszym kryterium jest masa ptaków oraz występowanie ptaków w stadach. Niżej przedstawiamy zmodyfikowany podział na poziomy ryzyka uwzględniający gatunki występujące w Polsce i zagrożenia, jakie stwarzają (tab. 1).

**Tabela 1.** Wyróżnione poziomy ryzyka grup i gatunków ptaków (wg Sowden et al. 2007). Zmodyfikowane z uwzględnieniem gatunków i zachowania ptaków występujących w Polsce

**Table 1.** Risk level for aircraft bird strike of particular bird species, modified accordingly to Polish birds and its behavior after Sowden et al. (2007). (1) – risk level, (2) – weight and flocking, (3) – species and groups of species

Poziom ryzyka (1)	Specyfika gatunku (2)	Gatunki, grupy gatunków (3)
Poziom 1	Bardzo duże (>1,8 kg), stadne	gęsi, żuraw, bociany, kormoran, łabędzie, duże czaple
A	Bardzo duże (>1,8 kg), pojedyncze	duże orły, bielik
Poziom 2	B Duże (1–1,8 kg), stadne	duże kaczki (np. krzyżówka, ohar), duże mewy, myszołowy
A	Duże (1–1,8 kg), pojedyncze	orliki, kania ruda, bażant
Poziom 3	B Średnie (300–1000 g), stadne	większość kaczek, gołębie, w tym hodowlane i miejskie, duże siewkowe, małe czaple, średnie mewy
A	Średnie (300–1000 g), pojedyncze	błotniaki, trzmielojad, kania czarna,
Poziom 4	B Małe (50–300 g), stadne	szpaki, czajki, siewki złote, małe mewy, rybitwy, drozdy
A	Małe (50–300 g), pojedyncze	małe sokoły, krogulec
Poziom 5	B Bardzo małe (<50 g)	jaskółki, jerzyki, drobne wróblowe i inne

Analizy zagrożeń dla lotnisk w Polsce powinny uwzględniać, poza występowaniem ptaków, również m.in. przedstawiony podział, podobnie jak i zróżnicowanie gatunków pod kątem stopnia ich ochrony. Nawet pobieżna analiza rozmieszczenia lęgówisk, np. bielika czy też orlika krzykliwego, pokazuje obszary, gdzie zagrożenie ryzykiem kolizji jest potencjalnie podwyższone. Jest to szczególnie istotne, gdyż gatunki te charakteryzują się najwyższym poziomem ryzyka w przypadku kolizji. Z drugiej strony niskie i wolne przeloty nad miejscami rozrodu mogą negatywnie oddziaływać na ich populację lęgową. Podobnie, niewralgiczne obszary można wskazać dla koncentracji blaskodziobych czy też siewkowych *Charadriiformes*. Dotyczy to zarówno wielkich skupisk ptaków w pasie Wybrzeża (np. rejon Zatoki Puckiej, Ujście Wisły), na rozlewiskach rzek (np. Kotlina Biebrzańska, Ujście Warty), jak i w rejonach okresowo spuszcanych zbiorników retencyjnych (np. Zb. Mietkowski, Turawski) i stawów hodowlanych (np. Dolina Baryczy).

## Wysokości przelotu statków powietrznych a płoszenie

Nasilenie płoszenia ptaków uzależnione jest w dużej mierze od typu statku powietrznego. Wskazuje się na większe negatywne oddziaływanie śmigłowców niż samolotów, nawet odrzutowych (Watson 1993). Grubb & Bowerman (1997) podają, że dla bielika amerykańskiego udział odnotowanych wyraźnych reakcji wynosi 47% dla śmigłowców, 31% dla samolotów odrzutowych oraz 26% dla małych samolotów jednosilnikowych. Dane z obszaru Morza Wąttów dotyczące ptaków siewkowych wskazują na znacznie częstsze płoszenie przez śmigłowce (100% przypadków), niż inne statki powietrzne (samoloty odrzutowe 84%, lekkie samoloty śmigłowe 56% oraz motolotnie 50%) (Smit & Visser 1993). Dlatego też w rejonach pływów Morza Wąttów wprowadzono dolne granice wy-

sokości oraz zmodyfikowano trasy przelotów wojskowych statków powietrznych. W Holandii minimalna wysokość przelotu śmigłowców wynosi 152–181 m, zaś samolotów 300–400 m. Należy pamiętać, że te olbrzymie tereny pływowe są miejscem przebywania milionów ptaków, głównie siewkowych, mew oraz blaszkodziobych. W niemieckiej części Morza Wattów, począwszy od 2002 r., wskutek powołania parku narodowego, obowiązują minimalne wysokości przelotu dla samolotów wojskowych. Wynoszą one: 915 m dla odrzutowców oraz 610 m dla pozostałych statków powietrznych, z wyjątkami uwzględniającymi m.in. specyfikę ćwiczeń wojskowych (Marencic & Nehring 2009). Oddziaływanie małych statków powietrznych latających nisko nad obszarami chronionymi dotyczy zarówno ssaków, jak i ptaków (Allan & Kelly 2006). Zjawisko to w coraz większym stopniu dotyczy m. in. obszarów chronionych w Polsce, przede wszystkim obszarów górskich, takich jak np. Bieszczadzki Park Narodowy (Winnicki 2008). Wynika to z rosnącej popularności motolotni, parolotni, wiatrakowców, samolotów ultralekkich oraz balonów, które mogą latać nad dużą częścią Polski na minimalnych wysokościach 150 m. Wszystkie te statki powietrzne, z uwagi na niską wysokość lotu i niewielką prędkość powodują, podobnie jak śmigłowce, wyraźniejsze reakcje ptaków niż głośniejsze, ale też znacznie szybsze samoloty komercyjne i wojskowe. Reakcja ta związana jest też z poziomem emitowanego hałasu (Smit & Visser 1993, Komenda-Zehnder et al. 2003). Duże samoloty komunikacyjne po starcie wznoszą się bardzo szybko i większość ich przelotów odbywa się na wysokościach powyżej 5000 m. Dlatego potencjalny zasięg oddziaływania lotnictwa ogólnego jest niewspółmiernie większy. Istniejące w Polsce ograniczenia, z uwagi na obszary chronione, dotyczą tylko parków narodowych (tzw. strefy R czasowego ograniczenia lotów), gdzie możliwe są loty na pułapach nie niższych niż ok. 1 km nad ziemią (Rozp. Min. Infrastruktury z dnia 11 czerwca 2010 r. w sprawie zakazów lub ograniczeń lotów na czas dłuższy niż 3 miesiące, Dz. U. z 2010 r., Nr 106, poz. 678). Dokładne lokalizacje wszystkich stref podaje Zbiór Informacji Lotniczych (AIP Polska, <http://www.ais.pata.pl/aip/>).

Podkreślamy, że reakcje poszczególnych gatunków, grup gatunków, a nawet osobników na ten sam bodziec (np. niski przelot samolotu) mogą być zróżnicowane w zależności od obszaru czy też okresu cyklu życiowego. W większości prac wskazuje się na wyraźny spadek stopnia reakcji większości gatunków na przeloty na wysokościach 300–450 m, chociaż w przypadku ptaków wodnych wartość ta może sięgać 600 m, a dla skupisk gęsi bezpieczna (niepowodująca istotnych negatywnych reakcji) wysokość przelotu to dopiero ok. 1000 m nad ziemią (Belanger & Bedard 1989, 1990, Grubb & Bowerman 1997, Kempf & Hoppop 1998, Ward et al. 1999, Efroymson et al. 2000, Ward et al. 2001, Komenda-Zehnder et al. 2003). Zwracamy uwagę na to, że bezpieczna wysokość przelotu powinna być rozumiana raczej jako „bezpieczny bufor”, a więc dotyczyć zarówno wysokości, jak i odległości wokół miejsc koncentracji ptaków (Efroymson & Suter 2001, Efroymson et al. 2001). Przewidujemy, że dla większości lęgowych populacji ptaków, w przypadku regularnego ruchu na lotniskach komercyjnych, brak będzie wyraźnego negatywnego oddziaływania. Operacje związane z lądowaniami i startami, nawet na wysokościach poniżej 150 m i emisje hałasu nawet rzędu 70 dB, nie będą negatywnie wpływać na większość drobnych gatunków ptaków.

## Zjawisko przyzwyczajania się ptaków do zakłóceń ze strony ruchu lotniczego

Zjawisko przyzwyczajania się (habitacji) ptaków do bodźców związanych z ruchem lotniczym, jest znacznie częstsze w przypadku osobników pozostających dłuższy okres czasu w tym samym rejonie, korzystających z tego samego obszaru, np. żerowisk (Koolhaas et al. 1993, Grubb et al. 1997, Brown et al. 1999, Ruddock & Whitefield 2007). Istotna jest tu powtarzalność bodźca, np. hałasu i pojawów statków powietrznych, co widać w przypadku obecności stad czajek, gawronów, mew, bądź szpaków na naszych lotniskach (Skakuj, Kitowski – dane własne niepubl.). Także żurawie kanadyjskie *Grus canadensis* na Florydzie szybko przyzwyczajają się do lotów śmigłowców (Dwyer & Tanner 1992), a obecność tysięcy par lęgowych gęgawy wokół lotniska Schiphol w Amsterdamie wynika wyraźnie z habituacji do bardzo intensywnego ruchu lotniczego oraz pojazdów naziemnych na tym jednym z największych w Europie lotnisk (Anonymus 2011, Schilderman-Karelse 2012, Patijn & Vreeke 2012). Przyzwyczajanie się osobników sprawia, że liczba zdarzeń z ptakami notowana na lotniskach jest niższa w początkowej fazie sezonu lęgowego. Jest to w dużej mierze efektem przyzwyczajania się lokalnie lęgowych ptaków do ruchu statków powietrznych. W późniejszym okresie, po wylocie młodych ptaków, liczba zdarzeń z udziałem ptaków rośnie w lotnictwie cywilnym, jak i wojskowym (Skakuj & Gil 2012, Skakuj & Ziółkowski 2012) (rys. 3).

### Podsumowanie

Rozwój lotnictwa, w tym wzrost popularności lotnictwa ogólnego, wymaga rzetelnego opisu relacji pomiędzy ptakami a statkami powietrznymi. Precyzyjne określenie reakcji poszczególnych gatunków ptaków na bodźce związane z lotnictwem jest istotne z jednej strony z uwagi na ich ochronę, z drugiej zaś z uwagi na bezpieczeństwo operacji lotniczych. Najistotniejszą rolę w negatywnym oddziaływaniu na ptaki odgrywają niskie przeloty statków powietrznych oraz generowany przez nie hałas. Dotyczy to przede wszystkim małych, wolno latających statków powietrznych lotnictwa ogólnego. Dla większości ptaków negatywny wpływ związany z funkcjonowaniem dużych lotnisk i intensywnym ruchem lotniczym należy uznać za niewielki. Natomiast bezpośrednio oddziaływanie na liczebność gatunków poprzez kolizje jest, poza najrzadszymi gatunkami, bez znaczenia. Programy zarządzania ryzykiem kolizji na lotniskach w coraz większym stopniu wykorzystują informacje o zachowaniach ptaków i o ich siedliskach, zarówno na terenie lotnisk, jak i w ich otoczeniu. Jest to tym bardziej istotne z uwagi na wzrost liczebności populacji wielu gatunków stanowiących duże zagrożenie dla lotnictwa (gęsi, mewy, krukowate, bieliki). Zarządzanie ryzykiem kolizji powinno uwzględniać nie tylko występowanie ptaków na terenie lotniska, ale również w obrębie strefy w 13 km buforze. Stąd też, jako podstawowy obszar analiz ornitologicznych w odniesieniu do najistotniejszych gatunków (np. bocian biały, duże szponiaste, miejsca koncentracji i kolonie krukowatych) należy przyjąć bufor 13 km. Dotyczy to np. raportów oddziaływania na środowisko dla nowych lokalizacji i rozbudowy istniejących obiektów lotniskowych. Ograniczanie ryzyka kolizji wiąże się zarówno z minimalizowaniem obecności ptaków w obrębie i w najbliższej okolicy lotnisk, jak i z ustaleniem bezpiecznych wysokości przelotu nad miejscami znacznych koncentracji ptaków lub obszarami ważnych lęgowisk. Większość gatunków przyzwyczajają się do regularnego ruchu lotniczego i wysokich poziomów hałasu. Otwarte tereny lotnisk są atrakcyjne dla ptaków, m. in. ze względu na dostępność pokar-

mu, ale też mniejszą presję drapieżników, jednakże na ptaki na terenach lotnisk większy wpływ wywiera pogoda i dostępność pokarmu niż hałas lub płoszenie przez statki powietrzne, pojazdy i personel lotniska.

**Summary: Impact of air traffic on birds (part I).** Interactions between aviation and birds are very complex. That includes impact on avifauna as well as much more important issue: the bird strike to airplanes. Worldwide civil aviation loss due to the birdstrikes is estimated for up to \$2 bln a year. Unfortunately some birdstrikes have catastrophic consequences including loss of human lives. That is why the birdstrike risk assessment is so important for air traffic safety. Birds distribution in 13 km circle around airfields is important for such analysis. The majority of the birdstrikes occur up to 300 m above the ground, in the vicinity and on the aerodromes. Most of the birdstrikes include common and abundant species. However, in some strikes bigger and heavier birds like the White Stork, are involved. Therefore, in such cases the damage level could be substantial. The heaviest birds and flocking/gregarious birds create the highest hazard for the safety of aircraft operations. Rather low number of birdstrikes in Poland (ca 200 birdstrikes per year) means the potential negative impact for the population of birds is insignificant. The noise and appearance of flying airplanes are the most crucial factors for bird's reactions. Nevertheless, the noise level below 70 dB does not implicate negative response. In addition even much higher noise level is a less critical factor than predators or food availability for those birds breeding on the aerodromes. The most intense reaction of birds are caused by rotorcrafts, small airplanes of general aviation, motor gliders and hot air balloons. Whereas there is almost no reaction on fast flying commercial airliners. Safe flying level for shorebirds gathering areas is estimated for ca 500 m, for geese it is some 1000 m and some 300 m for raptor breeding places. Due to the fast increase of commercial civil and military air traffic, together with the increase in number of airfields in Poland and still growing popularity of the general aviation, it is important to evaluate a potential environmental impact, including avifauna, especially on the Natura 2000 network and on the national park system.

## Literatura

- ACRP (Airport Cooperative Research Program). 2008. Effects of Aircraft Noise: Research Update on Select Topics. Transportation Research Board. Synthesis 9. Washington D.C.
- ACRP (Airport Cooperative Research Program). 2011. Current Airport Inspection Practices Regarding FOD (Foreign Object Debris/Damage). Transportation Research Board. Synthesis 26. Washington D.C.
- Air Force. 2000. Preliminary Final Supplemental Environmental Impact Statement for Homestead Air Force Base Closure and Reuse. Prepared by SAIC. July 20.
- Allan J.R. 2000. Human Conflicts with Wildlife: Economic Considerations. Third National Wildlife Research Center Symposium. Fort Collins, Colorado.
- Allan J.R., Orosz A.P. 2001. The costs of birdstrikes to commercial aviation. In: Bird Strike 2001, Proceedings of the Bird Strike Committee-USA/Canada meeting. Calgary, Alberta, Canada: Transport Canada, Ottawa, Ontario Canada.
- Anonymus. 2003. Directive 2003/42/EC of the European Parliament and of the Council of 13 June 2003 on occurrence reporting in civil aviation. Luxembourg 13th June 2003.
- Anonymus. 2007. Gopher relocation at Ferihagy. Budapest Airport, Media.
- Anonymus. 2008. Annual report – Airport Bratislava, a.s. (BTS).
- Anonymus. 2011. Policy Agenda Aviation Safety 2011–2015. Ministry of Infrastructure and The Environment. Netherlands.
- Austin O.L. Jr., Robertson W.B. Jr., Woolfenden G.E. 1970. Mass hatching failure in Dry Tortugas sooty terns (*Sterna fuscata*). In: K.H. Voous K.H. (ed.). Processing 15th International Ornithological Congress. The Hague, Netherlands.
- Barber J.R., Burdett C.L., Reed S.E., Crooks K.R., Theobald D.M., Frstrup K.M. 2011. Anthropogenic noise exposure in protected natural areas: estimating the scale of ecological consequences. *Landscape Ecol.* 26: 1281–1295.

- 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.
- Belanger L., Bedard J. 1989. Responses of staging greater snow geese to human disturbance. *J. Wildl. Manage.* 53: 713–719.
- Belanger L., Bedard J. 1990. Energetic cost of man-induced disturbance to staging snow geese. *J. Wildl. Manage.* 54: 36–41.
- Bell J.C., Walls R., Allan J.R., Watola G., Burton N.H.K., Musgrove A.J., Rehfish M.M. 2003. Study on the potential safety risk from birds at and around a potential new airport at cliff marshes and measures for mitigation those risks. Birdstrike Avoidance Team CSL, BTO.
- Blackwell B.F., Belant J.L. (eds). 2013. *Wildlife in Airport Environments*. John Hopkins University Press, Baltimore.
- Blickley J.L., Patricelli G.L. 2010. Impacts of Anthropogenic Noise on Wildlife: Research Priorities for the Development of Standards and Mitigation. *J. Int. Wildl. Law. Pol.* 13: 274–292.
- Both I., van Gasteren H., Dekker A. 2010. A quantified species Bird Hazard Index. BSC29/WP IBSC Conference 2010 Cairns, September 2010.
- Bowles A.E., Awbrey F.T., Jehl J.R. 1991. The effects of high-amplitude impulsive noise on hatching success: a reanalysis of the Sooty Tern incident. HSD-TP-91-0006. Noise and Sonic Boom Impact Technology Program (NSBIT).
- Bowles A.E., Knobler M., Sneddon M.D., Kugler B.A. 1994. Effects of Simulated Sonic Booms on the Hatchability of White Leghorn Chicken Eggs, AL/OE-TR-1994-0179.
- Brown A.L. 1990. Measuring the effect of aircraft noise on sea birds. *Environ. Int.* 16: 587–592.
- Brown B.T., Mills G.S., Powels C., Russell W.A., Therres G.D., Pottie J.J. 1999. The Influence of Weapons-Testing Noise on Bald Eagle Behavior. *J. Raptor Res.* 33: 227–232.
- Brown L. 2001. The Response of Sea Birds to Simulated Acoustic and Visual Aircraft Stimuli. Effects of Noise on Wildlife Conference: conference proceedings. Happy Valley-Goose Bay, Labrador, August 22–23, 2000. *Terra Borealis* 2.
- Chodkiewicz T., Neubauer G., Chylarecki P., Sikora A., Cenian Z., Ostasiewicz M., Wylegała P., Ławicki Ł., Smyk B., Betleja J., Gaszewski K., Górski A., Grygoruk G., Kajtoch Ł., Kata K., Krogulec J., Lenkiewicz W., Marczakiewicz P., Nowak D., Pietrasz K., Rohde Z., Rubacha S., Stachyra P., Świętochowski P., Tumił T., Urban M., Wieloch M., Woźniak B., Zielińska M., Zieliński P. 2013. Monitoring populacji ptaków Polski w latach 2012–2013. *Biul. Monit. Przyrody* 11: 1–72.
- 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. Meeting of the Int. Bird Strike Committee, Brasil, 24–28 November 2008.
- Czaja J. 1968. Ptaki w rejonach lotnisk i metody ich zwalczania. *Przegl. Zool.* 12: 73–78.
- Dauphine N., Cooper R.J. 2009. Impact of free-ranging domestic cats (*Felis catus*) on birds in the United States: a revive of recent research with conservation and management recommendations. Proc. of the Fourth Int. Partners in Flight Conference: Tundra to Tropics. Ss. 205–219.
- Davis R.A., Kelly T., Sowden R., MacKinnon B. 2003. Risk-based Modeling to Develop Zoning Criteria for Land-use Near Canadian Airports.
- DeVault T., Washburn B.E. 2013. Identification and management of Wildlife Food Resources at Airports. In: DeVault T.L., Blackwell B.F., Belant J.L. 2013. *Wildlife in Airport Environments*. John Hopkins University Press, Baltimore.
- Dekker A., Buurma L. 2005. Mandatory reporting of bird strikes in Europe. IBSC27/WP II-1. Meeting of the International Bird Strike Committee, Athens, 23–27 May 2005.
- Dekker A., van Gasteren H., Shamoun-Baranes J. 2006. EUROBASE, Progress Report and first Impression on Bird Species. *Birds and Aviation* 26: 1–7.
- Dekker, A., van Gasteren H., Both I. 2011. *Birds Strike Prevention Version 3.x*. 2011 Bird Strike North Conference. Niagara Falls.
- Delaney D.K., Grubb T.G., Beier P., Pater L.L., Reiser M.H. 1999. Effects of helicopter noise on Mexican spotted owls. *J. Wildl. Manage.* 63: 60–76.



- Dolbeer R.A. 2003. Population increases of large birds, airworthiness standards, & high-speed flight: a precarious combination. Flight Safety Foundation/SAE Aerospace, February 2003.
- Dolbeer R.A. 2006. Protecting the Flying Public and Minimizing Economic Losses within the Aviation Industry. USDA National Wildlife Research Center – Staff Publications University of Nebraska, Lincoln. [http://digitalcommons.unl.edu/icwdm\\_usdanwrc/134](http://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/134)
- 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.
- Dolbeer R.A. 2013. The History of Wildlife Strikes and Management at Airports. In: De Vault T.L., Blackwell B.F., Belant J.L. (eds). 2013. *Wildlife in Airport Environments*, ss. 11–22. John Hopkins University Press, Baltimore.
- Dolbeer R.A., Begier M.J. 2012. Comparison of wildlife strike data among airports to improve aviation safety. IBSC30. IBSC/WBA conference, Stavanger, 25–29 June 2012.
- 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.
- Drevitt A. 1999. Disturbance effects of aircraft on birds. *English Nature Information Note*.
- Dwyer N.C., Tanner G.W. 1992. Nesting success in Florida Sandhill Cranes. *Wilson Bull.* 104: 22–31.
- Dzik T., Kiernicki A. 2005. Ptaki – użytkownicy przestrzeni powietrznej. *Przegląd Sił Powietrznych* 8.
- EASA. 2009. Bird Strike Damage and Windshield Bird Strike. Final Report. Atkins, Fera. EASA.
- Efroymson R.A., Rose W.H., Nemeth S., Suter II G.W. 2000. Ecological risk assessment framework for low altitude overflights by fixed-wing and rotary-wing aircraft. Publication No. 5010, Environmental Sciences Division, ORNL.
- Efroymson R.A., Suter II G.W. 2001. Ecological risk assessment framework for low-altitude aircraft overflights: II estimating effects on wildlife. *Risk Anal.* 21:263–274.
- Efroymson R.A., Suter II G.W., Rose W.H., Nemeth S. 2001. Ecological risk assessment framework for low-altitude aircraft overflights: I. Planning analysis and estimating exposure. *Risk Anal.* 21: 251–262.
- Ellis D.H., Ellis C.H., Mindell D.P. 1991. Raptor responses to low-level jet aircraft and sonic booms. *Environ. Pollut.* 74: 53–83.
- FPP Consulting sp. z o. o. 2013. Plan ochrony orlika krzykliwego dla obszaru specjalnej ochrony ptaków Puszcza Knyszyńska PLB200003. Opracowanie w ramach projektu LIFE+ „Ochrona orlika krzykliwego na wybranych obszarach Natura 2000”.
- Erickson W.P., Johnson G.D., Young Jr. D.P. 2005. A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions1. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191.
- Eschenfelder P. 2003. Mandatory reporting – the time has come IBSC26/WP ID4. Meeting of the International Bird Strike Committee, Warsaw, 5–9 May 2003.
- Frid A., Dill L. 2002. Human caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conserv. Ecol.* 6: 11.
- Gladwin D.N., Asherin D.A., Mancini K.M. 1988. Effects of Aircraft Noise and Sonic Booms on Fish and Wildlife. Results of a Survey of U.S. Fish and Wildlife Service Endangered Species and Ecological Services Field Offices, Refuges, Hatcheries, and Research Centers. U.S. Fish and Wildlife Service, National Ecology Research Center, Fort Collins, Colorado.
- Gołowski A. 2013. 55 Konferencja Bezpieczeństwa Lotów. Nowe Wiraze, *Magazyn Sił Powietrznych* 3: 10–19.
- Grubb T.G., Bowerman W.W. 1997. Variations in breeding bald eagle responses to jets, light planes and helicopters. *J. Raptor Res.* 31: 213–222.
- Guziak R., Jakubiec Z. (red.). 2006. Bocian biały *Ciconia ciconia* (L.) w Polsce w roku 2004. Wyniki VI Międzynarodowego Spisu Bociana Białego. PTPP „pro Natura”, Wrocław.
- Haple E., Ambros M., Oleksak M., Adamec M. 2006. Suslik (*Spermophilus citellus*) reintroduction in Slovakia. Guidelines. State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Banská Bystrica.

- Higgins T.H. 1974. The response of songbirds to the seismic compression waves preceding sonic booms. Natl. Tech. Inf. Serv., Springfield, VA, FAA-RD-74-78.
- ICAO (International Civil Aviation Organization). 2012. Podręcznik Służb Portu Lotniczego, część 3. Kontrola i zmniejszanie zagrożeń ze strony zwierząt. Wyd. 4. (Doc 9137-AN/898).
- Jowit J. 2012. Risk of bird strikes would make Thames Estuary UK's "most dangerous airport". The Guardian, wydanie internetowe. <http://www.guardian.co.uk/environment/2012/jan/26/bird-strikes-thames-estuary-airport>
- Kelly T., Allan J. 2006. Ecology effect of aviation. In: Davenport J., Davenport J.L. (eds). The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment, ss. 5–24.
- Kelly T., O'Callaghan M.J.A., Bolger R. 2001. The avoidance behavior shown by the rook (*Corvus frugilegus*) to commercial aircraft. Advances in Vertebrate Pest Manage. 2: 291–299.
- Kempf N., Huppopp O. 1997. The effects of aircraft noise on wildlife: A review and comment. *Vögel und Luftverkehr* 1: 58–70.
- Kitowski I., Grzywaczewski G., Ćwiklak 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: Barancoková M., Krajčí J., Kollár J., Belcáková I. (eds). Landscape ecology – methods, applications and interdisciplinary approach, ss. 803–811. Inst. of Landscape Ecology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava.
- Kitowski I. 2011. Civil and Military Birdstrikes in Europe: An Ornithological Approach. *J. Appl. Sci.* 11: 183–191.
- Kitowski I., Grzywaczewski G., Ćwiklak J., Grzegorzewski M., Krop S. 2011a. Birdstrike risk management at a military airfield using falconer activity. *Pol. J. Environ. Stud.* 20: 683–690.
- Kitowski I., Grzywaczewski G., Cios S., Ćwiklak J., Krop S., Grzegorzewski M. 2011b. Falconer activities as a bird presence management tool at Dęblin military airfield – their influence on the flock size. *Annales UMCS, Zootechnica* 29: 68–73.
- Komornicki T., Śleszyński P. (red.). 2009. Studia nad lokalizacją regionalnych portów lotniczych na Mazowszu. *Prace Geograficzne* 220. Inst. Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa.
- Koolhaas A., Dekinga A., Piersma T. 1993. Disturbance of foraging Knots by aircraft in the Dutch Wadden Sea in August-October 1992. In: Davidson N., Rothwell P. Disturbance to waterfowl on estuaries. *WSG Bull.* 68.
- Larkin R.P., Pater L.L., Tazik D.J. 1996. Effects of Military Noise on Wildlife: A literature review. Construction Engineering Research Lab.(Army). USACERL Technical Report 96/21. Champaign, Illinois.
- Latkova H., Siroyova S., Noga M. 2007. Conservation of Imperial Eagle in the Slovak part of the Carpathian Basin. Layman's report LIFE03NAT/SK/000098.
- Laybourne R.C. 1974. Collision between a vulture and an aircraft at an altitude of 37,000 feet. *Wilson Bull.* 86: 461–462.
- Luniak M. 1971. Aktualne zagadnienia ochrony lotnictwa przed ptakami. *Przegl. Zool.* 15: 179–183.
- Luniak M. 1974. Gdy krzyżują się szlaki ptaków i samolotów. *Przekrój* nr 1537.
- Lynch T.E., Speake D.W. 1978. Eastern Wild Turkey Behavioral Responses Induced by Sonic Boom. In: Fletcher J.L., Busnel R.G. (eds). Effects of Noise on Wildlife, ss. 47–61. Academic Press, New York.
- Mackinnon B., Sowden R., Russel K., Dudley S. (eds). 2004. Sharing the Sky. TP13549 E. Kanada.
- Mancini K.M., Gladwin D.N., Vilella R., Cavendish M.G. 1988. Effects of Aircraft Noise and Sonic Booms on Domestic Animals and Wildlife: A Literature Synthesis. U.S. Fish and Wildlife Service National Ecology Research Center, Ft. Collins, CO, NERC-88/29.
- Maragakis I. 2009. Bird population trends and their impact on Aviation safety 1999–2008. European Aviation Safety Agency.
- Marencic H., Nehring S. 2009. Wadden Sea ecosystem No. 25. Quality Status Report 2009. Thematic Report No. 3.5. ISSN 0946-896X.

- Matyjasiak P. 2008. Methods of bird control at airports. In: Uchmański J. (ed.). Theoretical and applied aspects of modern ecology, ss. 171–203. Cardinal Stefan Wyszyński University Press, Warsaw.
- Meissner W., Bettleja J. 2007. Skład gatunkowy, liczebność i struktura wiekowa mew *Laridae* zimujących na składowiskach odpadów komunalnych w Polsce. Not. Orn. 48: 11–27.
- Milkiewicz A. 1967. Ptaki a bezpieczeństwo lotów. Przegląd Wojsk Lotniczych Obrony Powietrznej 8: 30.
- Murphy S.M., Ritchie R.J., Palmer A.G., Nordmeyer D.L., Roby D.D., Smith M.D. 2001. Responses of Peregrine Falcons to Military Jet Aircraft. Effects of Noise on Wildlife Conference. Conference proceedings, Happy Valley-Goose Bay, Labrador, August 22–23, 2000. Terra Borealis 2.
- National Parks Service. 1994. Report to Congress: Report on the effects of aircraft overflights on the National Park System.
- Natural England 2011a. Consultation on the Future Airspace Strategy Natural England response, February 2011.
- Natural England 2011b. Consultation on Developing a Sustainable Framework for UK Aviation: Scoping Document Natural England Response September 2011.
- Neubauer G., Sikora A., Chodkiewicz T., Cenian Z., Chylarecki P., Archita B., Bettleja J., Rohde Z., Wieloch M., Woźniak B., Zieliński P., Zieliński M. 2011. Monitoring populacji ptaków Polski w latach 2008–2009. Biul. Monit. Przyrody 8: 1–40.
- NTSB (National Transportation Safety Board). 1999. National Transportation Safety Board. Safety Recommendations A-99-86 through –94.
- Ovadia O. 2005. Ten years of bird strikes in Israeli Air Forces. Proc. of International Bird Strike Committee. IBSC27/WP VII-2. Meeting of the International Bird Strike Committee, Athens, 23–27 May 2005.
- Palmer A.G., Nordmeyer D.L., Roby D.D. 2003. Effects of Jet Aircraft Overflights on Parental Care of Peregrine Falcons. Wildlife Soc. B. 31: 499–509.
- Patijn S., Vreeke A. 2012. Challenges at Schiphol: Policy highlights & Geese. IBSC/WBA conference. Stavanger, 25–29 June 2012.
- Pepper C.B., Nascarella M.A., Kendall R.A. 2003. A review of the effects of aircraft noise on wildlife and humans, current control mechanisms and the need for further study. J. Environ. Manage. 32: 418–432.
- Polakowski M., Broniszewska M., Jankowiak Ł., Ławicki Ł., Siuchno M. 2012. Liczebność i dynamika wiosennego przelotu gęsi w Kotlinie Biebrzańskiej. Ornis Pol. 52: 169–180.
- Radle A.L. 2007. The Effect Of Noise On Wildlife: A Literature Review.
- Robinson R.A., Baillie S.R., Crick H.Q.P. 2007. Weather-dependent survival: implications of climate change for passerine population processes. Ibis 149: 357–364.
- Rochard B., Deacon N. 2000. Fifty years of grass management in the UK. IBSC25/WP-A1, Meeting of the International Bird Strike Committee, Amsterdam, 17–21 April 2000.
- RSPB (The Royal Society for the Protection of Birds). 2012. Thames Estuary. <http://www.rspb.org.uk/ourwork/casework/details.aspx?id=tcm:9-304003>
- Ruddock W., Whitfield D.P. 2007. A Review of Disturbance in Selected Bird Species. A report from Natural Research (Project) Ltd to Scottish Natural Heritage.
- Ruhe W. 2003. Radar bird observation and bird strike warnings in the Western Baltic region. IBSC26/WPBAM6. Meeting of the International Bird Strike Committee, Warsaw, 5–9 May 2003.
- Ryals B.M., Dooling R.J., Westbrook E., Dent M.L., MacKenzie A., Larsen O.N. 1999. Avian species differences in susceptibility to noise exposure. Hearing Res. 131: 71–88.
- Salewski V., Hochachka W.M., Fiedler W. 2013. Multiple Weather Factors Affect Apparent Survival of European Passerine Birds. PLoS ONE 8: e59110. doi:10.1371/journal.pone.0059110
- Schilderman-Karelse D. 2012. Pilots and birds, can we share the skies? IBSC/WBA Conference 2012. Stavanger, 25–29 June 2012.
- Schreiber, E. A., Schreiber R.W. 1980. Effects of impulse noise on seabirds of the Channel Islands. In: Jehl, J.R. Jr., Cooper C.F. (eds). Potential Effects of Space Shuttle Sonic Booms on the Bio-

- ta and Geology of the California Channel Islands: Research Reports, ss. 138–162. Report by SDSU Center for Marine Studies for the U.S. Air Force.
- Schueck L.S., Marzluff J.M., Steenhof K. 2001. Influence of military activities on raptor abundance and behavior. *Condor* 103: 606–615.
- Skakuj M. 2013. Gatunki ptaków i kolizje. IV zebranie Komitetu ds. Zderzeń Statków Powietrznych ze Zwierzętami. Warszawa-Modlin. [http://www.ulc.gov.pl/\\_download/lotniska/komitet\\_zderzenie\\_ze\\_zwierzetami/gatunki\\_ptakow\\_modlin16122013.pdf](http://www.ulc.gov.pl/_download/lotniska/komitet_zderzenie_ze_zwierzetami/gatunki_ptakow_modlin16122013.pdf)
- Skakuj M., Szmit P. 2011. Ptaki, lotniska, samoloty – określenie konfliktu. [http://www.ulc.gov.pl/\\_download/bezpieczenstow\\_lotow/biuletyny/2012/opracowanie\\_0612.pdf](http://www.ulc.gov.pl/_download/bezpieczenstow_lotow/biuletyny/2012/opracowanie_0612.pdf)
- Skakuj M., Gil W. 2012. Porty Lotnicze, kolizje z ptakami w latach 2006–2011. II zebranie Komitetu ds. Zderzeń Statków Powietrznych ze Zwierzętami. Gdańsk. [http://www.ulc.gov.pl/\\_download/lotniska/komitet\\_zderzenie\\_ze\\_zwierzetami/Kolizje\\_w\\_portach\\_lotniczych.pdf](http://www.ulc.gov.pl/_download/lotniska/komitet_zderzenie_ze_zwierzetami/Kolizje_w_portach_lotniczych.pdf)
- Skakuj M., Ziółkowski J. 2012. Kolizje z ptakami w lotnictwie Polskich Sił Zbrojnych. II zebranie Komitetu ds. Zderzeń Statków Powietrznych ze Zwierzętami. Gdańsk. [http://www.ulc.gov.pl/\\_download/lotniska/komitet\\_zderzenie\\_ze\\_zwierzetami/Kolizje\\_w\\_lotnictwie\\_si%C5%82\\_zbrojnych\\_RP.pdf](http://www.ulc.gov.pl/_download/lotniska/komitet_zderzenie_ze_zwierzetami/Kolizje_w_lotnictwie_si%C5%82_zbrojnych_RP.pdf)
- Skakuj M., Janiszewski S. 2014. Wysokość lotu i ograniczenia prędkości statków powietrznych a kolizje z ptakami. *Transport i Komunikacja* 1: 11–15.
- Smallwood K.S. 2013. Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind-energy projects. *Wildlife Soc. B.* 37: 19–33.
- Smit C.J., Visser J.M. 1993. Effects of disturbance on shorebirds: a summary of existing knowledge from the Dutch Wadden Sea and Delta area. *WSG Bulletin* 68: 6–19.
- Sodhi N. 2002. Competition in the air; birds versus aircraft. *Auk*: 119: 587–595.
- Solman V.E.F. 1981. Birds and aviation. *Environ. Conserv.* 8: 45–51.
- Sowden R., Kelly T., Dudley S. 2007. Airport Bird Hazard Risk Assessment Process. *Transport Canada*.
- Stalmaster M.V., Kaiser J.L. 1997. Flushing Responses of Wintering Bald Eagles to Military Activity. *J. Wildl. Manage.* 61: 1307–1313.
- Standen N. 2001. Noise Prediction/Propagation Model. Effects of Noise on Wildlife Conference. Conference proceedings, Happy Valley-Goose Bay, Labrador, August 22–23, 2000. *Terra Bo-realis* 2.
- Suarez S., Agat I., Shy E. 1988. Bird strike at Israel Ben Gurion Airport 1982–1986. BSCE19/WP 29. Meeting of the International Bird Strike Committee, Madrid, 23–28 May.
- Thorpe J. 2012. 100 years of fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes. IBSC/WBA conference, Stavanger, 25–29 June 2012.
- Ting C., Garrelick J., Bowles A. 2002. An Analysis of the Response of Sooty Tern eggs to Sonic Boom Overpressures. *J. Acoust. Soc. Am.* 111: 562–568.
- ULC (Urząd Lotnictwa Cywilnego). 2012. Informacja Prezesa ULC o poziomie bezpieczeństwa lotniczego w zarobkowym transporcie lotniczym (commercial air transport – cat) w Kraju. Rok 2011. [http://www.ulc.gov.pl/\\_download/bezpieczenstow\\_lotow/informacja\\_cat\\_2012.pdf](http://www.ulc.gov.pl/_download/bezpieczenstow_lotow/informacja_cat_2012.pdf)
- ULC (Urząd Lotnictwa Cywilnego). 2013a. Certyfikacja statków powietrznych pod względem uciążliwości akustycznych a odrębny charakter norm poziomu dźwięku w środowisku.
- ULC (Urząd Lotnictwa Cywilnego). 2013b. Emisja spalin z silników lotniczych. [http://www.ulc.gov.pl/\\_download/informacje/emisja\\_spalin\\_z\\_silnikw\\_lotn.pdf](http://www.ulc.gov.pl/_download/informacje/emisja_spalin_z_silnikw_lotn.pdf)
- ULC (Urząd Lotnictwa Cywilnego). 2013c. Wykaz lądowisk cywilnych wpisanych do ewidencji. Aktualizacja 10 września 2013.
- ULC (Urząd Lotnictwa Cywilnego). 2013d. Rejestr lotnisk cywilnych. Aktualizacja 25 września 2013.
- URM (Urząd Rady Ministrów). 2007. Program Rozwoju Sieci Lotnisk i Lotniczych Urządzeń naziemnych. Uchwała nr 86/2007 Rady Ministrów.

- US Forest Service. 1992. Report to Congress: Potential Impacts of Aircraft Overflights of National Forest System Wilderness. U.S. Government Printing Office 1992-0-685-234/61004. Washington D.C.
- Ward D.H., Stehn R.A., Derksen D.V. 2001. Response of Geese to Aircraft Disturbances. Effects of Noise on Wildlife Conference. Conference proceedings, Happy Valley-Goose Bay, Labrador, August 22–23, 2000. *Terra Borealis* 2.
- Ward D. H., Stehn R.A., Erickson W.P., Derksen D.V. 1999. Response of fall-staging brant and Canada geese to aircraft overflights in southwestern Alaska. *J. Wildl. Manage.* 63: 373–381.
- Watson J.W. 1993. Responses of nesting Bald Eagle to helicopter surveys. *Wildlife Soc. B.* 21: 171–178.
- Wilbur S.R. 1978. The California condor, 1966–1976: a look at its past and future. U.S. Dept. Inter., Fish Wildl. Serv., Washington, DC, N. Am. Fauna. No. 72.
- Winnicki T. 2008. Stanowisko dyrekcji BdPN w sprawie lotów na paralotniach w obrębie chronionych ekosystemów. *Ustrzyki Górne*.
- Wright S.E. 2007. Bald Eagles: A Threatened Species becomes a Threat to Aviation. Bird Strike Committee USA/Canada. 9th Annual Meeting. Kingston, Ontario, ss. 1–10.
- Zalakevicius M. 2000. Wetlands and aviation: between protection and regulation. IBSC25/WP-AV6, Meeting of the International Bird Strike Committee, Amsterdam, 17–21 April 2000.
- Zonfrillo B. 1992. The menace of low-flying aircraft to Ailsa Craig. *Scottish Bird News* 28: 4.

**Michał Skakuj**

Komitet ds. Zderzeń Statków Powietrznych ze Zwierzętami  
Piecewska 30B/16, 80-288 Gdańsk  
ekoaviation@michalskakuj.com

**Ignacy Kitowski**

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie  
Pocztowa 54, 22-100 Chełm

**Dorota Łukasik**

Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska  
Wawelska 52/54, 00-922 Warszawa