

Tadeusz Compa**Radosław Żmigrodzki**Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych
w Dęblinie, Polska**BEZPIECZEŃSTWO W LOTNICTWIE.
ZARYS PROBLEMATYKI****Wprowadzenie**

Pojęcie bezpieczeństwa jest współcześnie rozumiane bardzo szeroko. Jest ono podstawową, egzystencjalną potrzebą każdego człowieka, grup społecznych i całych narodów. Definicji bezpieczeństwa jest co najmniej kilkadziesiąt i nie jest intencją autorów ich przytaczanie. Najtrafniej i chyba najkrócej zdefiniował je Henry Kissinger¹, który stwierdził, że: „bezpieczeństwo jest fundamentem wszystkiego co robimy”. Trudno się z tą definicją nie zgodzić, gdyż podejmując jakiegokolwiek działania, pragniemy mieć poczucie bezpieczeństwa, egzystować w bezpiecznym środowisku. Bezpieczeństwo stanowi więc wartość w sensie egzystencjalnym, moralnym, społecznym oraz osobistym.

Wspólną platformą wszystkich definicji bezpieczeństwa jest brak zagrożeń lub utrzymywanie zagrożeń na najniższym, możliwym do zaakceptowania poziomie. Utrzymywanie zagrożeń na akceptowalnym poziomie oznacza, że można nimi zarządzać poprzez stosowanie odpowiednich metod łagodzenia ryzyka. Ryzyko z kolei jest wskaźnikiem stanu lub zdarzenia, które może prowadzić do strat. Jest ono proporcjonalne do prawdopodobieństwa wystąpienia jakiegoś zdarzenia i do wielkości strat, które może spowodować

Aby przejść do dalszych rozważań na temat bezpieczeństwa, w tym bezpieczeństwa w lotnictwie, zasadne jest ustalenie, co rozumiemy pod pojęciem zagrożenia, w sensie ogólnym?

Według E. Kołodyńskiego „zagrożenie odnosi się do sfery świadomościowej danego podmiotu (człowieka, grupy społecznej, narodu) i oznacza pewien stan psychiki lub świadomości wywołany postrzeganiem zjawisk ocenianych jako niekorzystne lub niebezpieczne”². Percepcja zagrożeń przez określony podmiot, tym samym i jego poczu-

¹ Henry Kissinger – amerykański polityk i dyplomata, sekretarz stanu w administracji R. Nixona, później G. Forda, laureat pokojowej Nagrody Nobla w 1973 r. Po zamachu terrorystycznym 11 września 2001 r. przewodniczył prezydenckiej komisji ds. zbadania przyczyn zamachów.

² Por. E. Kołodziński, *Wprowadzenie do zarządzania bezpieczeństwem*, <http://ptib.pl/pl>, [03.11.2013].

cie bezpieczeństwa, stanowi odzwierciedlenie w świadomości tego podmiotu realnego lub potencjalnego zagrożenia. W takim ujęciu postrzeganie zagrożeń ma charakter subiektywny i stanowi odzwierciedlenie odczuć i ocen formułowanych przez dany podmiot.

Wraz z rozwojem cywilizacyjnym zmienia się środowisko bezpieczeństwa³, pojawiają się nowe rodzaje zagrożeń, które obejmują coraz to nowsze obszary. Wzrastająca ilość zagrożeń w środowisku bezpieczeństwa wymaga budowania systemów, których istotą jest przeciwdziałanie zagrożeniom oraz minimalizacja skutków ewentualnego ich wystąpienia. Zagrożenia związane są z określonymi podmiotami, którymi mogą być pojedyncze osoby, grupy osób (zbiorowości ludzkie) czy też całe narody. Podstawowymi źródłami zagrożeń dla podmiotów bezpieczeństwa są siły natury (zagrożenia naturalne – środowiskowe), a także destrukcyjna, świadoma lub nieświadoma działalność człowieka.

Rozważając zagrożenia w systemie bezpieczeństwa podmiotu, należy zwrócić uwagę na ich ewolucję. Pojawiają się nowe rodzaje zagrożeń, głównie o charakterze niemilitarnym, takie jak np.: katastrofy komunikacyjne, awarie techniczne, klęski żywiołowe, skażenia środowiska, które mogą wywołać skutki równe skutkom wojny.

Zagrożenia w komunikacji lotniczej, ich przyczyny i skutki

Zgodnie z dokumentem wydanym przez Międzynarodową Organizację Lotnictwa Cywilnego – ICAO Doc 9859⁴, „zagrożeniem w lotnictwie określać będziemy stan lub przedmiot z potencjałem możliwości spowodowania urazów personelu, uszkodzenia sprzętu lub konstrukcji, utraty substancji lub zmniejszenia możliwości wypełnienia pierwotnych założeń”. W cytowanym powyżej dokumencie zagrożenia zostały podzielone na trzy główne grupy: zagrożenia naturalne, zagrożenia techniczne i zagrożenia ekonomiczne.

Zagrożenia naturalne są następstwem otoczenia, w którym wykonywane są operacje lotnicze. Zaliczamy do nich:

- warunki pogodowe lub zdarzenia klimatyczne (huragany, śnieżyce, susze, tornada, burze, pioruny i uskoki wiatru, marznąca mżawka, ulewne deszcze, śnieg, wiatr i ograniczenia widoczności);
- zdarzenia geofizyczne (na przykład trzęsienia ziemi, erupcje wulkanów, tsunami, powódzie, obsunięcia ziemi);
- zdarzenia w środowisku naturalnym (np. pożary, erupcje wulkanów, dzika przyroda);

³ Środowisko bezpieczeństwa – to innymi słowy wszelkie, zewnętrzne i wewnętrzne, militarne i niemilitarne (polityczne, ekonomiczne, społeczne, kulturowe, informacyjne itp.) warunki bezpieczeństwa, warunki realizacji interesów danego podmiotu w dziedzinie bezpieczeństwa i osiągania ustalonych przezeń celów w tym zakresie. S. Koziej, *Strategiczne środowisko bezpieczeństwa międzynarodowego i narodowego w okresie pozimnowojennym (Skrypt internetowy)*, www.koziej.pl, [22.05.2015].

⁴ *System zarządzania bezpieczeństwem (SMS)*, Warszawa 2009.

– choroby zakaźne i epidemie.

Zagrożenia techniczne są najczęściej pochodną awarii źródeł zasilania i źródeł informacji nawigacyjnej lub informacji lotniczej. Do zagrożeń technicznych zalicza się: awarie statku powietrznego i jego składowych, awarie systemów i urządzeń lotniskowych, awarie systemów nawigacji trasowej.

Zagrożenia ekonomiczne zostaną pominięte w dalszych rozważaniach ze względu na to, że są one ściśle powiązane z gospodarką, jak również polityką państwa.

Zagrożenia ujawniają się wtedy, gdy zawodzi człowiek, gdy zawodzi technika, gdy ujawnia swą moc siły przyrody. Najczęściej do wystąpienia zagrożeń dochodzi w wyniku nałożenia się kilku czynników na raz. Można je więc traktować jako uśpioną możliwość powstania szkody, która jest obecna w lotnictwie lub w jego otoczeniu.

Europejska Organizacja Bezpieczeństwa Żeglugi Powietrznej (EUROCONTROL) w dokumencie *Risk Assessment and Mitigation in ATM (ESARR 4)* definiuje zagrożenie jako: „każdy stan, zdarzenie lub sytuację, które mogą spowodować wypadek”. EUROCONTROL dzieli zagrożenia na dwie podstawowe kategorie: zagrożenia ze strony człowieka (świadome i nieświadome) oraz zagrożenia ze strony sił przyrody, na które człowiek nie ma wpływu, ale może ich uniknąć poprzez zastosowanie odpowiednich procedur zarządzania bezpieczeństwem.

Do największych zagrożeń występujących w lotnictwie, ale nie jedynych, zalicza się wypadki i incydenty lotnicze.

– **Wypadek** (*Accident*), według *Załącznika 19 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym*⁵, definiuje się jako: „zdarzenie związane z eksploatacją statku powietrznego, które w przypadku załogowego statku powietrznego zaistniało od momentu wejścia na pokład statku powietrznego dowolnej osoby z zamiarem wykonania lotu aż do opuszczenia pokładu przez te osoby, lub, w przypadku bezzałogowego statku powietrznego, zachodzi od momentu, gdy statek powietrzny jest gotowy do ruchu w celu wykonania lotu, aż do czasu jego zatrzymania po zakończeniu lotu i wyłączenia głównego układu napędowego, w którym jakkolwiek osoba poniosła śmierć lub doznała poważnych urazów w następstwie: przebywania na pokładzie statku powietrznego, lub bezpośredniego kontaktu z dowolną częścią statku powietrznego, włączając części, które oddzieliły się od statku powietrznego, lub bezpośredniego działania podmuchu silnika statku powietrznego. Za wypadek lotniczy nie uznaje się urazów powstałych z przyczyn naturalnych, samookaleczenia lub ciosów zadanych przez inne osoby, lub kiedy osoba doznała urazów, ukrywając się poza obszarami zwykle dostępnymi dla pasażerów i członków załogi. Wypadkiem lotniczym będzie też uszkodzenie lub zniszczenie konstrukcji statku powietrznego, które: niekorzystnie wpływa na wytrzymałość strukturalną, techniczne lub lotne charakterystyki statku powietrznego, oraz wymaga przeprowadzenia poważnego remontu lub wymiany uszkodzonego elementu lub statek powietrzny zaginał albo dostęp do niego jest niemożliwy. Statek powietrzny

⁵ *Załącznik 19 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym. Zarządzanie bezpieczeństwem*, www.ulc.gov.pl/_download/prawo/prawo_miedzynarodowe/konwencje/zalacznik-19.pdf, [23.05.2015].

uważa się za zaginiony, jeżeli nie zlokalizowano jego wraku, a oficjalne poszukiwania zostały zakończone”.

Do wypadków lotniczych nie zalicza się awarii lub uszkodzenia silnika, jeśli uszkodzenie jest ograniczone do jednego silnika (w tym jego osłon lub agregatów wspomagających), śmigieł, końcówek skrzydeł, anten, sond, kierownic strug, ogumienia kół, hamulców, kół, owiewek, zaślepek, osłon podwozia, wiatrochronów, poszycia statku powietrznego (takich jak niewielkie wgniecenia lub punktowe przebicia) lub nieznacznych uszkodzeń łopat wirnika głównego, łopat śmigła ogonowego, podwozia oraz spowodowanych przez grad lub zderzenia z ptakami (łącznie z otworami w osłonie anteny radaru).

– *Incydentem lotniczym* określa się każde zdarzenie inne niż wypadek związane z eksploatacją statku powietrznego, które ma wpływ lub mogłoby mieć wpływ na bezpieczeństwo lotów. Z powyższej definicji wynika, że incydent jest zdarzeniem ściśle związanym z wykonywaniem lotu. Poprzez analogię można przyjąć, iż incydent lotniczy jest zdarzeniem lotniczym, które powstało w związku z użytkowaniem statku powietrznego od chwili, gdy jakakolwiek osoba weszła na jego pokład z zamiarem odbycia lotu, do chwili opuszczenia przez ostatnią osobę pokładu statku powietrznego, które spowodowało potencjalne zagrożenie bezpieczeństwa lotu, ale nikt z załogi lub pasażerów nie odniósł obrażeń, a statek powietrzny nie uległ uszkodzeniu. Do incydentów lotniczych możemy zaliczyć, np.: niebezpieczne zbliżenie, w trakcie którego, w celu uniknięcia zderzenia lub sytuacji niebezpiecznej, trzeba wykonać manewr zmiany kierunku (unik); sytuację, w której ledwie udało się uniknąć zderzenia sprawnego statku powietrznego z ziemią; przerwany start z zamkniętej lub zajętej drogi startowej; lądowanie lub próbę lądowania na zamkniętej lub zajętej drodze startowej; pożary i przypadki pojawienia się dymu w kabinie pasażerskiej, przedziałach bagażowych lub pożary silnika, w tym pożary stłumione przy pomocy substancji gaśniczych; odmowę pracy jednego lub kilku systemów pokładowych, mających istotne znaczenie dla eksploatacji statku powietrznego; wytoczenie się statku powietrznego poza drogę startową; wejście w strefę niebezpiecznych zjawisk pogody. To są tylko niektóre przykłady incydentów lotniczych. Zasadnicza różnica między wypadkiem lotniczym a incydemem przejawia się więc w skutkach.

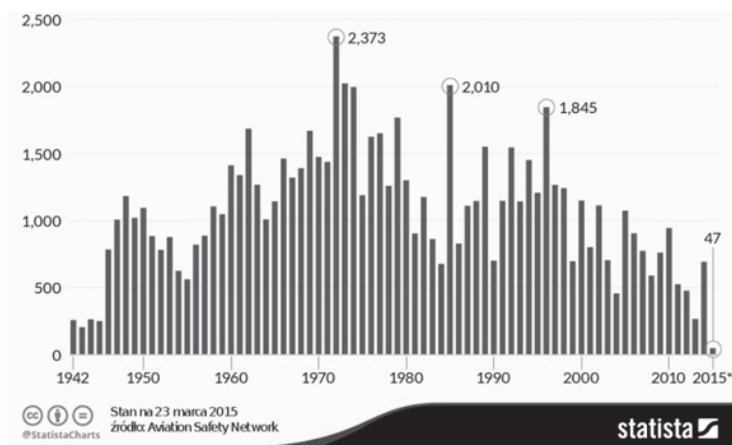
Rozpatrując współczesną typologię bezpieczeństwa, można stwierdzić, że badacze zbyt małą wagę przywiązują do zagrożeń bezpieczeństwa komunikacyjnego, pomimo że liczba ofiar wypadków komunikacyjnych jest przerażająca⁶. Tylko Polsce w wypadkach w komunikacji lądowej ginie ok. 3500 osób rocznie, natomiast w wypadkach lotniczych – ok. 20 osób. Nie będzie zatem truizmem stwierdzenie, że statek powietrzny (samolot, śmigłowiec) jest uznawany za najbezpieczniejszy środek transportu. Wypadki w powietrzu zdarzają się niezwykle rzadko, a liczba poszkodowanych osób w nich jest zdecydowanie mniejsza niż np. w wypadkach drogowych. Niemniej jednak

⁶ Według Światowej Organizacji Zdrowia, tylko w wypadkach drogowych na świecie ginie rocznie ok. 1,2 mln osób, *Katastrofy drogowe*, http://pl.wikipedia.org/wiki/kategoria:katastrofy_drogowe, [12.12.2013].

każde zdarzenie lotnicze, jako hit medialny, jest nagłaśniane przez wszystkie funkcjonujące mass media. Wypadki oraz inne zdarzenia lotnicze są rzadkością i mimo coraz bardziej wyrafinowanej techniki lotniczej, nie da się ich całkowicie wyeliminować. Można je tylko zminimalizować poprzez stosowanie odpowiednich metod łagodzenia ryzyka.

Nie jest intencją autorów dokładne zestawianie danych o wypadkach i incydentach lotniczych, raczej analizowanie przyczyn powstawania tego typu zdarzeń – analizowanie zagrożeń i wskazywanie rozwiązań w zakresie poprawy stanu bezpieczeństwa, a przynajmniej utrzymania dotychczasowego poziomu. Mimo wzrostu ilości operacji lotniczych (ponad 36,4 mln w roku ubiegłym) i liczby przewiezionych pasażerów (ok. 3,3 mld) liczba wypadków lotniczych i ofiar tych wypadków systematycznie maleje (zobacz rys. 1). Według statystyk prowadzonych przez ICAO w wypadkach lotniczych na świecie ginie rocznie średnio ok. 800 osób (dane te nie obejmują dawnego ZSRR).

Rys. 1. Liczba ofiar śmiertelnych wypadków lotniczych w latach 1942–2015 w lotnictwie komercyjnym (bez samolotów prywatnych i wojskowych)



Źródło: *Aviation Safety Network*, <https://aviation-safety.net/>, [23.05.2015].

Analiza przyczyn zdarzeń lotniczych (wypadki, incydenty) wskazuje, że obecnie najczęstszą przyczyną wypadków lotniczych jest błąd ludzki – 68%, awaria techniczna – 22% i inne (zamachy terrorystyczne, sabotaż, zderzenia z ptakami, niewyjaśnione itp.) – 10%. Zamachy terrorystyczne czy inne formy sabotażu odpowiadają za 3,25% wypadków.

Boeing Aircraft Company, przyjmując bardziej szczegółowy podział głównych przyczyn ciężkich wypadków lotniczych, również wskazuje na błąd załogi statku powietrznego (55%) jako zasadniczą przyczynę 183 wypadków zaistniałych w latach 1996–2005. Jeżeli weźmiemy pod uwagę błędy w obsłudze technicznej (4%), błędy kontrolerów ruchu lotniczego (6%) czy też trudności w porozumiewaniu się między kontrolerem ATC a pilotem (8%), które również możemy zaliczyć do kategorii błąd

ludzki, to stwierdzimy, że główną przyczyną ok. 73% wypadków lotniczych był czynnik ludzki. Natomiast warunki pogodowe i awarie samolotu były przyczyną pozostałych 27% niepożądanych zdarzeń lotniczych.

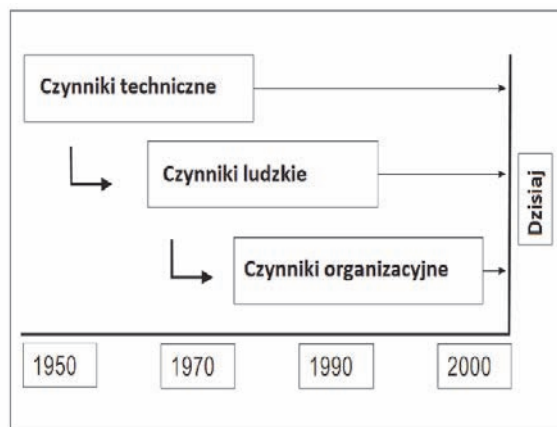
Poziom bezpieczeństwa w lotnictwie systematycznie rośnie i jest zdecydowanie wyższy niż był na przykład w latach 80. ubiegłego wieku. Rośnie też stopień zaawansowania technologicznego statków powietrznych, co przejawia się nie tylko w stopniu skomplikowania konstrukcji lotniczych, ale przede wszystkim w zaawansowaniu systemów wsparcia operacji lotniczych. Kabina współczesnego samolotu jest w coraz większym stopniu odzwierciedleniem nowoczesnych systemów teleinformatycznych, o coraz wyższym stopniu skomplikowania, stanowiących coraz bardziej nowoczesne, a więc i wymagające stanowisko pracy, które „bombarduje” pilota setkami informacji. Rola pilota w kokpicie współczesnego samolotu sprowadza się do monitorowania sytuacji prezentowanej na wskaźnikach. Ten nadmiar informacji i automatyzacja większości procesów związanych ze sterowaniem samolotem nie zawsze korzystnie wpływa na bezpieczeństwo. Automatyka „zwalnia pilota z myślenia i działania”. Komputery podejmują decyzję za pilota, co nie zawsze jest pożądane. Świadczyć mogą o tym wypadki lotnicze spowodowane błędami automatyki. Wystarczy oglądać programy telewizyjne „Katastrofy w przestworzach”, aby się o tym przekonać. Komputer wypracuje właściwą decyzję i przekaże sygnał do mechanizmów wykonawczych, jeżeli otrzyma prawidłowe sygnały ze wszystkich sensorów. Wystarczy, aby jeden z sensorów uległ uszkodzeniu lub nie zadziałał, aby doszło do tragedii. Przykładem tego może być wypadek Airbusa A-320, który miał miejsce w roku 1993 na lotnisku Okęcie. Przyczyną wypadku, w którym zginęły dwie osoby, a samolot uległ całkowitemu zniszczeniu, było zbyt późne zadziałanie systemu hamującego samolotu w wyniku braku sygnału z jednego z czujników podwozia. System hamowania zadziałał za późno, ponieważ lewe koło dotknęło podłoża 9 sekund później niż prawe. Bezpośrednią przyczyną niezadziałania czujnika był poślizg hydrodynamiczny spowodowany zastoinami wody na drodze startowej. W wyniku tego poślizgu koła lewego podwozia nie miały tej samej prędkości kątowej co koła podwozia prawego, a więc system uznał, że nie dotknęły podłoża i samolot jest jeszcze w powietrzu. Układ automatycznego hamowania uruchamia się dopiero wtedy, gdy samolot oparty jest na obu kołach. Piloci przeszli na hamowanie awaryjne, gdy zaobserwowali koniec pasa startowego. Niestety było już za późno na wyhamowanie. Samolot wytoczył się z pasa i rozbił się o obwałowanie. Piloci nie znali wcześniej tej specyficznej właściwości układu hamowania. Świadczyć to może także o niewłaściwym szkoleniu personelu lotniczego lub braku procedur postępowania w takich sytuacjach.

Producenci samolotów nie zawsze są w stanie przewidzieć wszystkie sytuacje szczególne, które mogą wystąpić w czasie lotu. Często procedury postępowania w sytuacjach awaryjnych zawierają pewne braki i z tego powodu załoga nie jest w stanie podjąć właściwego działania. Przykładem może być awaryjne lądowanie, bez wypuszczonego podwozia, samolotu Boeing 767 PLL LOT, który również miał miejsce na Okęcie 1 listopada 2011 r. Przyczyną niewypuszczenia podwozia było uszkodzenie instalacji hydraulicznej wypuszczania podwozia. Za najbardziej prawdopodobną przy-

czynę niezadziałania instalacji uznano to, że bezpiecznik instalacji elektrycznej zasilającej układ hydrauliczny znajdował się w pozycji wyłączonej. Piloci, mając dużo czasu na przestudiowanie instrukcji postępowania w sytuacjach szczególnych oraz możliwość konsultacji, drogą radiową, z obsługą techniczną, nie uzyskali wskazówek co do zasad postępowania w zaistniałej sytuacji. Wystarczyło tylko sprawdzić bezpiecznik znajdujący się za fotelem drugiego pilota i go wcisnąć, aby podwozie zostało wypuszczone. Niestety ani producent, ani załoga nie przewidziała takiej prozaicznej sytuacji. Całe szczęście, że zdarzenie to zakończyło się szczęśliwie – nikt z 220 pasażerów oraz 11 członków załogi nie odniósł obrażeń.

Aby doszło do wypadku lotniczego, muszą zaistnieć czynniki sprawcze. Rzadko kiedy przyczyną wypadku jest jeden czynnik, zazwyczaj nakładają się na siebie kilka czynników sprawczych (niekorzystnych zdarzeń), uruchamiających ciąg zdarzeń nieuchronnie prowadzących do katastrofy. W przeszłości najczęściej wypadków lotniczych spowodowanych było awariami technicznymi oraz warunkami pogodowymi. Obecnie, w kontekście wypadkowości w lotnictwie, zmianie ulegają czynniki sprawcze (rys. 2).

Rys. 2. Przyczyny wypadków lotniczych



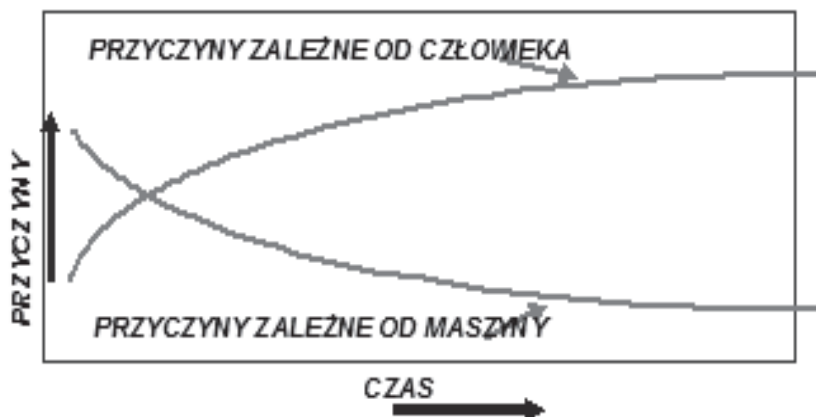
Źródło: opracowanie własne.

W latach 70. ubiegłego wieku podstawową przyczyną wypadków lotniczych były czynniki techniczne (awarie sprzętu lotniczego i zabezpieczającego), w latach 90. najczęściej zawodził człowiek (czynnik ludzki). Obecnie za najczęstszą przyczynę uznaje się czynniki organizacyjne, które obejmują przede wszystkim: zarządzanie organizacją lotniczą (nastawienie na zys); zbyt skomplikowane lub niejednoznaczne procedury lotnicze; mało skuteczny system szkolenia personelu lotniczego oraz politykę i kulturę bezpieczeństwa w organizacji lotniczej.

W rezultacie postępu technicznego zmniejsza się liczba wypadków lotniczych spowodowanych przez technikę, jednocześnie następuje proporcjonalny wzrost liczby zdarzeń, których przyczyną jest człowiek (zob. rys. 3). W związku ze znaczącym prze-

sunięciem współzależności przyczyn uwarunkowanych czynnikiem ludzkim i techniką obecnie dominuje pogląd, że przedsięwzięcia w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa powinny być orientowane głównie na człowieka.

Rys. 3. Współzależność przyczyn zdarzeń lotniczych



Źródło: *Zapobiegania Wypadkom Lotniczym*, Doc. 9422-AN/923, Luksemburg 2005.

Współczesne teorie bezpieczeństwa

W lotnictwie, aby doszło do wypadku lotniczego, musi wystąpić kilka powodujących go czynników, czyli splot nakładających lub wzmacniających się niekorzystnych zdarzeń. Poważniejsze awarie sprzętu bądź błędy personelu rzadko stanowią wyłączną przyczynę naruszenia czynników obronnych systemu lotniczego. W system lotniczy wbudowane są „elementy obronne” w celu ochrony przez nieodpowiednimi działaniami oraz błędnymi decyzjami na wszystkich poziomach związanych z organizacją oraz realizacją zadań lotniczych.

Awarie techniczne sprzętu nie są jedynymi czynnikami, które mogą spowodować zagrożenie (wypadek lub incydent) w lotnictwie. Awaryjne mogą dotyczyć aktywnych usterek występujących na poziomie operacyjnym lub mogą obejmować czynniki sprzyjające naruszeniu wewnętrznych elementów obronnych systemu. Większość wypadków obejmuje zarówno aktywne, jak i ukryte uwarunkowania.

Błędy pilotów i nieprzestrzeganie zasad (procedur) lotniczych mają bezpośredni negatywny wpływ na bezpieczeństwo, mogą być postrzegane jako działania niebezpieczne, które mogą być skutkiem zwykłych błędów lub mogą wynikać z przypadków umyślnego naruszenia przepisów i procedur lotniczych.

Według J. Reasona⁷ na powstawanie wypadku lotniczego składają się: czynniki organizacyjne (organizacja lotów), miejsce pracy (środowisko: statek powietrzny, przestrzeń powietrzna, port lotniczy), załoga (kwalifikacje) oraz system obronny.

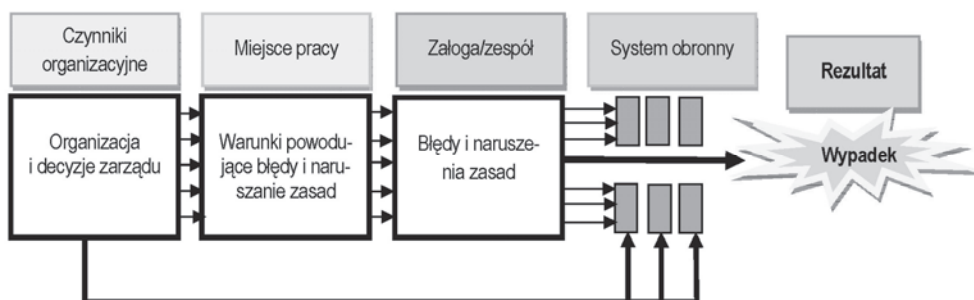
⁷ J. Reason, *Human Error*, Cambridge 1990.

System obronny obejmuje fizyczne i administracyjne elementy obronne. Do fizycznych elementów obronnych zaliczamy urządzenia, które zniechęcają do prowadzenia nieodpowiednich działań bądź im zapobiegają lub łagodzą konsekwencje zdarzeń, np.: wyłączniki zabezpieczające, przegrody ogniotrwałe, środki ratownicze, urządzenia ostrzegające i alarmy.

Administracyjne elementy obronne, obejmują procedury i praktyki, które zmniejszają prawdopodobieństwo wystąpienia wypadku (np. przepisy bezpieczeństwa, standardowe procedury operacyjne, odpowiedni nadzór i kontrola oraz profesjonalizm pracowników).

J. Reason opracował model powstawania wypadków i incydentów lotniczych w postaci plastrów „szwajcarskiego sera”. Pomaga on w zrozumieniu wzajemnych relacji pomiędzy czynnikami organizacyjnymi i czynnikami zarządzania (czynnikami systemowymi) w związku przyczynowym wypadku. W lotnictwie na wszystkich poziomach systemu bezpieczeństwa zostały stworzone różne mechanizmy obronne, mające chronić system przed wpływem niepożądanych działań człowieka lub negatywnych decyzji mających wpływ na bezpieczeństwo. Płaszczyzny chroniące poszczególne elementy systemu transportu lotniczego muszą podlegać nieustannemu nadzorowi ze strony kompetentnych czynników (władz), przy wykorzystaniu środków przewidzianych w systemie. Ochronie przed zagrożeniami podlegają wszystkie elementy, które są w posiadaniu lub generuje każda organizacja lotnicza. Model Reasona pokazuje, że czynniki organizacyjne, w tym decyzje dotyczące zarządzania, mogą tworzyć zarówno warunki ukryte (dziury) w systemie, jak i przyczynić się do stabilności systemu ochrony⁸.

Rys. 4. Przyczyny wypadków lotniczych



Źródło: opracowanie własne na podstawie *Podręcznika zarządzania bezpieczeństwem*, Warszawa 2009.

Wypadek lotniczy jest konsekwencją zaniedbań istniejących na wszystkich poziomach systemu zarządzania bezpieczeństwem.

⁸ Por. *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem*, Warszawa 2009, s. 2-5.

Zarządzanie każdą organizacją obejmuje procesy polegające na kreowaniu odpowiedniej polityki bezpieczeństwa, planowaniu, komunikacji, przydzielaniu zasobów, sprawowaniu nadzoru itp. Nie ulega wątpliwości, że dwa podstawowe procesy organizacyjne, istotne dla bezpieczeństwa, to przydział zasobów i komunikacja. Wady lub braki w tych procesach organizacyjnych są początkiem podwójnej ścieżki prowadzącej do porażki.

Pierwszą ścieżką jest ścieżka warunków ukrytych (dziur), które mogą obejmować: braki w konstrukcji urządzeń, nieprawidłowe procedury operacyjne i braki w zakresie szkolenia. Warunki ukryte to również niewystarczająca identyfikacja zagrożeń i nieprawidłowe zarządzanie ryzykiem, w której ryzyko nie jest utrzymywane pod kontrolą, ale swobodnie porusza się w systemie, aby w końcu stać się aktywatorem zagrożenia.

Drugi obszar jest znany jako normalizacja odchyłeń. Jego istota polega na tolerowaniu odstępstw, tzn. pewnej rzeczywistości operacyjnej, w której wyjątki stają się regułami. W tym obszarze daje się zauważyć nieustanne naruszanie zasad i procedur, kiedy personel operacyjny przyjął stałą zasadę „chodzenia na skróty”, co w konsekwencji kiedyś musi się zemścić i doprowadzić do wypadku. Warunki ukryte posiadają cały potencjał do naruszenia płaszczyzn chroniących system bezpieczeństwa lotnictwa. Zazwyczaj płaszczyzny ochrony w lotnictwie można podzielić na trzy duże grupy: technologia, szkolenia i przepisy. Zaniedbania w tych obszarach uruchamiają lawinę kolejno po sobie następujących zdarzeń, z których każde jest skutkiem działania poprzedniego i przyczyną zdarzenia przyszłego. Płaszczyzny ochrony są zwykle ostatnimi punktami, które mają zahamować skutki warunków ukrytych (dziur), jak również konsekwencji błędów ludzkich. Większość, jeżeli nie wszystkie, strategie łagodzenia ryzyka bezpieczeństwa oparte są na wzmocnieniu istniejących lub rozwoju nowych płaszczyzn ochrony. Warunki miejsca pracy są czynnikami, które bezpośrednio wpływają na wydajność osób pracujących w lotnictwie. Warunki te obejmują stabilność zatrudnienia, kwalifikacje i doświadczenie, szkolenie, podtrzymywanie nawyków, morale, możliwości wypoczynku, zaufanie do zarządzających, jak również czynniki ergonomiczne, takie jak: wyposażenie stanowiska pracy i jego funkcjonalność, przestrzeń i środowisko pracy, specyfika odbioru sygnałów i wykonywania czynności sterowniczych, oświetlenie, ogrzewanie i chłodzenie. Gorsze warunki miejsca pracy sprzyjają powstawaniu błędów w działaniu personelu operacyjnego.

Reasumując, z perspektywy organizacyjnej starania w zakresie poprawy bezpieczeństwa powinny polegać na monitorowaniu procesów organizacyjnych w celu wykrycia ukrytych form zagrożeń i tym samym wzmocnienia płaszczyzn ochrony. Dotyczy to także poprawy warunków miejsca pracy, aby eliminować błędy w działaniu.

Analiza katastrofy lotniczej samolotu TU-154 M w Smoleńsku znajduje pełne potwierdzenie w teorii J. Reasona. W każdym z elementów systemu ochronnego znajdziemy przysłowiową „dziurę”. Błędy były popełniane na każdym etapie, począwszy od zarządzania organizacją lotniczą (szkolenie personelu lotniczego, dobór załogi, dokumenty regulujące wykonywanie lotów, przygotowanie załogi do wykonania lotu), sprawowanie nadzoru nad organizacją i planowaniem lotu, poprzez samo wykonanie lotu i błędy załogi oraz błędy kontrolerów ruchu lotniczego. Oczywiście jest to pewne

uproszczenie, przyczyny tej katastrofy mają wymiar głębszy i ich ustalenie w chwili obecnej wydaje się niemożliwe.

Oprócz przedstawionej teorii J. Reasona istnieje szereg teorii związanych z bezpieczeństwem lotnictwa. Odnoszą się one do tych elementów systemu, które związane są z przygotowaniem i realizacją lotu, ale rozpatrują obszary bezpieczeństwa z różnej perspektywy. Do najbardziej uznanych teorii bezpieczeństwa możemy zaliczyć między innymi: teorię Singeltona, teorię C.O. Millera, teorię Edwardsa, teorię Hawkinsa, teorię K.K. Płatonowa i B.F. Łomonowa.

Singelton wyszedł z założenia, że bezpieczeństwo jest nierozłącznie związane ze strukturą i architekturą maszyny. Kładzie główny nacisk na problemy ergonomiczne. Teoria ta składa się z trzech zasadniczych strategii optymalizacji bezpieczeństwa, tj.: bezpieczeństwa operatora; bezpieczeństwa systemu i bezpieczeństwa klimatu. Przy osiągnięciu założonych celów każdego z tych elementów istotną rolę odgrywają urządzenia treningowe jako narzędzia służące do: selekcji, monitorowania poziomu szkolenia, optymalizacji treningu; optymalizacji procedur doboru i treningu załóg, badań zdarzeń lotniczych oraz wpajania właściwych nawyków współpracy, takich cech, jak: zaufanie, prawdomówność, lojalność itp.

Teoria **C.O. Millera** – Model 4M (Człowiek – Maszyna – Misja/Zarządzanie – Środowisko) opiera się na systemowym rozpatrywaniu zagadnień bezpieczeństwa lotniczego. W teorii tej zwraca się szczególną uwagę na kształtowanie u człowieka cech przydatnych w lotnictwie, takich jak: właściwy dobór ludzi do wykonywania specyficznych zadań, skuteczny system szkolenia i treningu, posiadanie odpowiednich predyspozycji (solidność, staranność, orientacja przestrzenna, podzielność uwagi itd.). Człowiek jako operator określonych urządzeń (maszyn) powinien być przysposobiony do ich eksploatacji, przede wszystkim w sytuacjach szczególnych (awaryjnych). Trzeci element tej teorii „Misja/Zarządzanie” obejmuje: procedury realizacji zadania; zrozumienie zakresu i stopnia trudności jego wykonania; zapoznanie ze specyfiką użycia urządzeń pokładowych; współpraca w załodze; komunikacja, w tym frazeologia lotnicza; procedury; podejmowanie decyzji; optymalizacja środków itp. Środowisko wykonania zadania związane jest z pogodą, warunkami fizycznymi środowiska naturalnego, wysokością lotu i ukształtowaniem terenu oraz warunkami lotniskowymi.

Teoria **E. Edwardsa** (model SHEL). Teoria systemowego rozpatrywania bezpieczeństwa lotów w odniesieniu do: S – niematerialne elementy systemu, H – statek powietrzny, E – środowisko, L – czynnik ludzki. Istotny w tej teorii jest fakt, że wszystkie elementy systemu rozpatrywane są poprzez pryzmat udziału człowieka w wypadkach lotniczych, a zwłaszcza błędów popełnianych przez niego.

Teoria **Hawkinsa** (model SHELL) powstała poprzez poszerzenie modelu Edwardsa o element L – *Liveware*. Służyło to podkreśleniu wpływu personelu lotniczego, niezaliczanego do załogi lotniczej, na zaistnienie wypadku lotniczego. Ponadto różnica pomiędzy modelem SHEL i SHELL polega na tym, że Hawkins umieścił drugi człon (L) w środku modelu, podkreślając w ten sposób interakcje pomiędzy poszczególnymi jego elementami, w tym personelem zabezpieczającym.

K.K. Platonow i **B.F. Lomonow** rozpatrują poziom bezpieczeństwa lotnictwa poprzez pryzmat interakcji zachodzących pomiędzy czterema zasadniczymi obszarami, tj.: człowiekiem – rozpatrywanym jako operatorem statku powietrznego, statkiem powietrznym (samolot, śmigłowiec, UAV⁹), organizacją lotów i kierowaniem lotami oraz strategią i techniką. W myśl tej teorii istnienie wielu różnorodnych elementów w strukturze systemu bezpieczeństwa lotnictwa determinuje poszukiwanie takich czynności, które wywołają określone związki pomiędzy poszczególnymi komponentami, usuwając istniejące w nich sprzeczności. W opinii autorów tej teorii problemy bezpieczeństwa lotów wymagają analizy systemowej, a to oznacza, że komponenty bezpieczeństwa lotniczego charakteryzują się cechami systemowymi¹⁰. W systemie bezpieczeństwa lotów każdy człowiek jest indywidualnością, kierującą się jemu tylko właściwymi cechami. Z drugiej strony cechy, przy pomocy których możemy scharakteryzować operatora lotniczego – pilota, są ściśle uzależnione od jakości systemu, w którym on funkcjonuje. Autorzy tej teorii uważają, że podejście systemowe do problemów bezpieczeństwa lotów jest konieczne, szczególnie przy rozpatrywaniu zależności „człowiek-maszyna”, gdyż w systemie bezpieczeństwa lotniczego czynnikiem najważniejszym jest układ „pilot-samolot”. Przystosowanie techniki do człowieka (np. aspekty ergonomiczne kabiny pilota) jest tym warunkiem, który gwarantuje, że współdziałanie będzie spełniało wymagania bezpieczeństwa.

Wiele teorii związanych z bezpieczeństwem odnosi się do powszechnie uznanego modelu SHEL(L), który w sposób czytelny obrazuje interakcje zachodzące pomiędzy człowiekiem a innymi elementami systemu lotniczego w kontekście organizacyjnym i wykonawczym (zobacz rys. 5).

Relacje pomiędzy poszczególnymi elementami modelu SHELL można przedstawić następująco:

Człowiek – Operator (L_1) nie jest elementem równie przewidywalnym i niezawodnym w działaniu jak certyfikowane urządzenia, występujące w środowisku lotniczym, ze względu na indywidualne cechy osobowości. Dlatego też model ten odnosi się do interakcji zachodzących pomiędzy jego centralnym elementem L_1 a pozostałymi jego składowymi, tj.: S,H,E i L_2 ¹¹. Występujący w tym modelu człowiek (L_1) szybko przystosowuje się do, szeroko rozumianego, środowiska: prawnego i szkoleniowego (S); technicznego (H); środowiska pracy (E); organizacji lotniczej (L_2). Dlatego z jednej strony rozpatruje się możliwość przystosowania powyższych elementów modelu do człowieka, jak również możliwość przystosowania człowieka do elementów modelu (projektowanie, wdrożenie i eksploatacja). Wystąpienie rozdzwiku między człowie-

⁹ UAV – *Unmanned Aerial Vehicle* – bezpilotowy statek latający.

¹⁰ Cecha systemowa – to taka właściwość elementu systemu, które nie wynika z niego w sposób naturalny, lecz poprzez integracyjne właściwości całego systemu, E. Klich, J. Szczygieł, *Bezpieczeństwo lotów w transporcie lotniczym*, Radom 2010.

¹¹ Na potrzeby niniejszej rozprawy dla lepszego rozróżnienia elementom systemu oznaczonym literą L przyporządkowano litery porządkowe, tj.: L_1 – człowiek – operator, L_2 – organizacja lotnicza.

kiem a pozostałymi czterema elementami układu, w ramach zachodzących interakcji, z reguły prowadzi do błędu ludzkiego w trakcie przygotowania lub realizacji operacji lotniczych.

Rys. 5. Model SHELL



Legenda: S (*Software*) – prawo, procedury, szkolenie, oprogramowanie, H (*Hardware*) – urządzenia techniczne, wyposażenie, E (*Environment*) – czynniki operacyjne funkcjonowania systemu L-H-S, L (*Liveware*) – człowiek (operator) obejmuje czynniki osobowe (cechy) wewnętrzne.

Źródło: opracowanie na podstawie Doc. 9859 AN/474. *Safety Management Manual (SMM)*, Montréal 2013.

Człowiek – Maszyna (L₁-H). Zależność ta jest obecnie najszerzej rozpatrywana, gdyż związana jest ze środowiskiem pracy pilota. Przy projektowaniu samolotu konstruktorzy powinni uwzględnić wszelkie czynniki ergonomiczne, które umożliwią szybką adaptację pilota do pracy. Fotel, kabina samolotu, wskaźniki (ich rozmieszczenie w kabinie), system zobrazowania informacji, rozmieszczenie przełączników (dźwigni) muszą być tak dobrane i dopasowane, aby pilot jako operator, spełniający określone kryteria psychofizyczne (budowa ciała, zdrowie, wiedza, umiejętności, doświadczenie lotnicze), nie miał problemów z percepcją, interpretacją wskazań, wykonywaniem czynności manualnych, a przede wszystkim ze zmęczeniem i monotonią pracy.

Człowiek – Prawo, Procedury (L₁-S). Interakcja L₁-S obejmuje relacje zachodzące pomiędzy człowiekiem i systemami wspomagającymi, występującymi w środowisku pracy, takimi jak: przepisy, instrukcje eksploatacyjne, dokumentacja obsługowa, szczególne przypadki w locie, standardowe procedury operacyjne, szkolenie. Relacje te odnoszą się do łatwości i jednoznaczności zastosowania ww. elementów, które powinna cechować powszechność, ścisłość, czytelność zobrazowania/przekazu, specjalistyczne słownictwo, jednoznaczność, standardowa symbolika. Oznacza to, że informacje przekazywane za pomocą fachowej terminologii, nie mogą być wieloznaczne, mylące lub też zbyt skomplikowane. Inaczej mówiąc, informacje powinny być jedno-

znaczne, czytelne i spełniać wymagania określone w standardach certyfikacji opracowanych, np. dla przyrządów pokładowych, map lotniczych itp.

Człowiek – Środowisko (L_1 - E). Zależność ta odnosi się do wzajemnych relacji pomiędzy człowiekiem a wewnętrznym i zewnętrznym środowiskiem jego pracy. Wewnętrzne środowisko pracy odnosi się do takich elementów, jak: temperatura, oświetlenie otoczenia, hałas, wibracje. Zewnętrzne środowisko pracy to między innymi takie elementy, jak: widzialność, warunki pogodowe (zachmurzenie, turbulencja, oblodzenie, uskok wiatru) i wysokość terenu nad poziomem morza. Należy przy tym podkreślić, że wszystkie elementy charakteryzujące zewnętrzne i wewnętrzne środowisko pracy personelu latającego cechuje wysoki poziom zmienności i nieprzewidywalności. Dodatkowo personel lotniczy realizuje zadania operacyjne w określonym środowisku organizacyjnym, podatnym na zmiany ekonomiczne, które z kolei mogą mieć duży wpływ na elementy środowiskowe, tj.: wyposażenie techniczne, infrastrukturę wspierającą (szkolenie, wspomaganie techniczne itp.), sytuację finansową firmy i jej pracowników, a tym samym na elementy warunkujące utrzymanie pożądanego poziomu bezpieczeństwa w czasie realizacji zadań przez członków organizacji lotniczej.

Człowiek – Organizacja (L_1 - L_2). Interfejs L_1 - L_2 postrzegany jest poprzez relacje pomiędzy członkami organizacji w środowisku pracy, przy szczególnym uwzględnieniu interakcji „operator – zarządzający”. Relacje te postrzegane są poprzez pryzmat organizacji pracy, stosunków panujących pomiędzy ludźmi na różnych poziomach i obszarach zarządzania oraz pojmowaniem przez nich problematyki bezpieczeństwa. Wieloletnie doświadczenia wskazują, że niezrozumienie i niedostateczne umiejętności pracy w zespole były przyczyną szeregu niepożądanych zdarzeń lotniczych, pomimo najwyższego poziomu wiedzy i umiejętności specjalistycznych prezentowanych przez jego poszczególnych członków. Twórcy modelu SHELL zasugerowali zastosowanie określonych strategii nakierowanych na zapobieganie i eliminację błędów operacyjnych, popełnianych przez zespół (załogę), tj. CRM (*Crew Resource Management*) – w odniesieniu do personelu latającego, TRM (*Team Resource Management*) – w odniesieniu do personelu operacyjnego służb ruchu lotniczego (ATS) oraz MRM (*Maintenance Resource Management*) – w odniesieniu do personelu technicznego¹². Wprowadzenie skutecznych programów szkoleniowych załóg lotniczych, służb ruchu lotniczego i służb technicznych, przygotowujących je do lepszej współpracy i komunikacji, powinno skutkować znacznym zmniejszeniem prawdopodobieństwa wystąpienia błędu operacyjnego w odniesieniu do L_1 - L_2 .

¹² CRM podobnie jak MRM podkreśla podejście zespołu do redukcji błędu ludzkiego poprzez zastosowanie określonych zasad, mających na celu poprawę komunikacji, świadomości sytuacyjnej, rozwiązywanie problemów, podejmowanie decyzji oraz pracy zespołowej. W przeciwieństwie do tradycyjnych środków przymusu i hierarchicznie programów bezpieczeństwa *top-down*, popiera zdecentralizowane podejście do bezpieczeństwa. MRM zachęca zespoły robocze do komunikowania w celu unikania ryzyka operacyjnego niezależnie od rangi i stanowiska, umożliwiając tym samym szybkie reagowanie na kryzysy. Natomiast cele TRM sprowadzają się do optymalnego wykorzystanie wszystkich dostępnych zasobów – ludzi, sprzętu i informacji, w celu optymalizacji bezpieczeństwa i skuteczności działania służb ruchu lotniczego.

Reasumując, wnioski wypływające z analizy interakcji zachodzących pomiędzy człowiekiem – operatorem – a pozostałymi elementami modelu SHELL, wskazują, że zachowanie akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa w procesie przygotowania i realizacji operacji lotniczych będzie możliwe pod warunkiem, że uwzględnionych zostanie szereg czynników ergonomicznych przy konstruowaniu samolotu oraz spełnienie przez pilota-operatora wysokich wymagań z zakresu stanu zdrowia, wiedzy i umiejętności (L₁-H). Każda organizacja lotnicza powinna dysponować bazą szkoleniową, umożliwiającą odpowiednie przygotowanie jej personelu do realizacji zadań oraz sprzętem, który będziemy mogli określić terminem „przyjazny” dla personelu go obsługującego (L₁-S). Personel organizacji powinien być przygotowany do reagowania na wyzwania wynikające ze specyficznego środowiska pracy, jak również optymalnego dysponowania środkami finansowymi przy uwzględnieniu elementów mających zasadniczy wpływ na bezpieczeństwo (L₁-E). Członkowie personelu latającego, służb kontroli ruchu lotniczego i technicznego zabezpieczenia lotów powinni być odpowiednio przygotowani do pracy w składzie załogi – zespołu (L₁-L₂).

Z uwagi na złożoność i dużą otwartość, możemy spotkać się z różnym podejściem do definiowania bezpieczeństwa w lotnictwie. J. Lewitowicz¹³ zdefiniował bezpieczeństwo lotnicze, poddając analizie wzajemne relacje elementów systemu lotniczego C-SP-Ś¹⁴ i określił je jako: „zbiór cech systemu, zawierającego statek powietrzny, naziemne środki sterowania i nawigacji lotniczej oraz kierowania ruchem lotniczym, załogę statku powietrznego, naziemny personel obsługujący i utrzymujący zdolność statku powietrznego, zapobiegający powstaniu sytuacji awaryjnych, zabezpieczający ludzi uczestniczących w locie przed ewentualnymi szkodami oraz zapewniający im ratunek w przypadkach uszkodzeń sprzętu, błędów załogi lub służb naziemnych, a także w przypadkach niepożądanych oddziaływań zewnętrznych”.

J. Lewitowicz zdefiniował bezpieczeństwo lotnicze w sposób bardzo pragmatyczny, oparty na logicznym powiązaniu wszystkich elementów systemu transportu lotniczego, związków przyczynowych, skutków i korzyści. Zazwyczaj jest tak, że każdy specjalista lotniczy patrzy na bezpieczeństwo ze swojego punktu widzenia, rzadko dostrzegając wszystkie elementy i relacje między nimi. Bezpieczeństwo transportu lotniczego należy traktować w kategoriach systemowych, uwzględniając sieć powiązań pomiędzy poszczególnymi składnikami w różnych układach funkcjonalnych.

Bezpieczeństwo w lotnictwie – problemy definiowania

Bezpieczeństwo w lotnictwie definiuje się jako: „stan, w którym ryzyka związane z różnymi rodzajami działalności lotniczej, związanymi lub stanowiącymi bezpośrednie wsparcie operacji statku powietrznego, są obniżone do akceptowalnego poziomu i kontrolowane”¹⁵. Z kolei cytowany wcześniej dokument ICAO, Doc 9859, definiuje

¹³ J. Lewitowicz, *Podstawy eksploatacji statków powietrznych, cz. 3 Systemy eksploatacji statków powietrznych*, Warszawa 2006, s. 264.

¹⁴ C – człowiek, SP – statek powietrzny, Ś – środowisko realizacji zadań lotniczych.

¹⁵ *Załącznik 19 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym*.

bezpieczeństwo jako: „stan, w którym możliwość wystąpienia szkody wśród osób lub mienia jest zminimalizowane i utrzymuje się w ramach ciągłego procesu identyfikacji zagrożeń i zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa na dopuszczalnym poziomie lub poniżej tego dopuszczalnego poziomu. Ma ono jednak różne skojarzenia, takie jak: brak wypadków i poważnych incydentów; brak zagrożeń, czyli czynników, które powodują lub mogą powodować szkody; postawa pracowników organizacji lotniczych w stosunku do niebezpiecznych działań i warunków; unikanie błędów; zgodność z przepisami”.

Niezależnie od konotacji wszystkie przedstawione wyżej elementy mają jeden wspólny mianownik – możliwość kontroli.

Problematyka szeroko rozumianego bezpieczeństwa lotnictwa nie ma wielu opracowań naukowych. Bezpieczeństwo lotnictwa jest pojęciem o charakterze ogólnym. Obejmuje ono problemy związane z bezpieczeństwem ruchu lotniczego (bezpieczeństwo operacyjne) oraz problemy ochrony środków transportu lotniczego, infrastruktury lotniczej przed zagrożeniami ze strony człowieka, a przede wszystkim aktami bezprawnej ingerencji. Jeszcze kilkanaście lat temu bezpieczeństwo operacyjne (*safety*) i ochrona lotnictwa (*security*) były traktowane łącznie. Dopiero po wydaniu przez Międzynarodową Organizację Lotnictwa Cywilnego – ICAO *Podręcznika zarządzania bezpieczeństwem – SMS (Safety Management Systems Aviation)* nastąpiło wyraźne rozdzielenie problematyki *safety* i *security*.

Gwałtowny rozwój badań nad problematyką *security* nastąpił po 11 września 2001 roku. Bardzo wielu naukowców i uczelni podjęło ten ważki temat, a na rynku wydawniczym pojawiło się wiele monografii na temat terroryzmu lotniczego, organizowanych jest szereg konferencji naukowych poświęconych tej problematyce. Działania te mają na celu poszukiwanie nowych rozwiązań zarówno w zakresie *safety*, jak i *security*.

Termin „bezpieczeństwo operacyjne” (*safety*) odnosi się do operacji powietrznych (ruchu lotniczego) i operacji naziemnych w portach lotniczych. W zależności od punktu widzenia pojęcie bezpieczeństwa lotniczego może mieć różne skojarzenia, takie jak: brak wypadków i poważnych incydentów; brak zagrożeń, czyli czynników, które powodują lub mogą powodować szkody, czy też unikanie błędów. Brak wypadków, brak zagrożeń itd. wskazuje ideę, że poprzez właściwe działanie i właściwe procedury możliwe jest kontrolowanie czynników, które w rzeczywistości operacyjnej mogą wywołać szkodliwe skutki. Jednakże o ile eliminacja wypadków lub poważnych incydentów i osiągnięcie absolutnej kontroli jest pożądane, o tyle jest to nieosiągalny cel w podlegającym dynamicznym zmianom środowisku, jakim jest przestrzeń powietrzna. Zagrożenia są integralną częścią lotniczej działalności operacyjnej. Błędy i pomyłki będą występować w lotnictwie, mimo podejmowanych wysiłków zmierzających do ich zapobiegania. Żadna działalność człowieka czy system stworzony przez niego nie może gwarantować całkowitego wykluczenia zagrożeń i błędów w zachowaniu. Człowiek jest istotą omylną.

W przypadku *safety* główny nacisk położony jest na przeciwdziałanie zagrożeniom środowiskowym, destrukcyjnej, ale nieświadomej działalności człowieka (błędy popełniane przez człowieka), w celu minimalizowania strat oraz ograniczania ryzyka. Duży nacisk w zarządzaniu bezpieczeństwem w lotnictwie kładzie się na działania

profilaktyczne i zarządzanie ryzykiem. Zarządzanie ryzykiem oznacza jego monitorowanie i utrzymywanie na akceptowalnym poziomie, którego przekroczenie nie powinno mieć miejsca. Inaczej mówiąc, każdy operator (użytkownik) statków powietrznych, czy też pilot, przed podjęciem decyzji powinien dokonać oceny poziomu ryzyka oraz ocenić zagrożenia. Identyfikacja ryzyka oraz zarządzanie ryzykiem są podstawowymi procesami w zarządzaniu bezpieczeństwem.

E. Cieślak odnosząc się do spraw bezpieczeństwa, zwraca uwagę na subiektywizm podmiotów w postrzeganiu swojego bezpieczeństwa. Prowadzi to do sytuacji, w której podmioty, w obliczu analogicznych zagrożeń, odmiennie oceniają potrzeby w zakresie bezpieczeństwa, podejmując zróżnicowane działania i zadowolając się innym stanem końcowym¹⁶. Inaczej na problematykę bezpieczeństwa będzie patrzył użytkownik statku powietrznego, inaczej pasażer, a jeszcze inaczej agent ubezpieczeniowy. Tworzy się wtedy splot branżowych, czysto partykularnych i sprzecznych interesów. W tej sytuacji pojawiają się rozbieżności w zakresie oceny ryzyka i przestrzegania bezpieczeństwa.

W ostatnich latach pojawiła się koncepcja, którą określa się akronimem ALARP (*as low as reasonably practicable* – tak niskie, jak to rozsądnie możliwe), która może być pomocna w ocenie poziomu ryzyka. W myśl tej koncepcji powinien być ustalony próg ryzyka na najniższym, możliwym do zaakceptowania przez strony poziomie, którego obniżenie nie powinno mieć miejsca.

Zarządzanie ryzykiem w lotnictwie i działalność profilaktyczna

Duży nacisk w zarządzaniu bezpieczeństwem w lotnictwie kładzie się na działania profilaktyczne i zarządzanie ryzykiem. Zarządzanie ryzykiem oznacza jego monitorowanie i utrzymywanie na akceptowalnym poziomie, którego przekroczenie nie powinno mieć miejsca. Każdy operator (użytkownik) statków powietrznych, czy też pilot, przed podjęciem decyzji powinien dokonać oceny poziomu ryzyka oraz ocenić zagrożenia. Identyfikacja ryzyka oraz zarządzanie ryzykiem są podstawowymi procesami w zarządzaniu bezpieczeństwem. Są one niezmiennymi elementami, leżącymi u podstaw najistotniejszej idei systemu bezpieczeństwa.

Ryzyko jest często wyrażane w kategoriach prawdopodobieństwa, jako:

- wysokie – nieakceptowane,
- niskie – akceptowalne,
- pośrednie – mieszczące się pomiędzy tymi dwiema kategoriami.

W tym ostatnim przypadku poziom ryzyka należy zbilansować – rozważyć korzyści i straty. Jeżeli ryzyko nie spełnia kryteriów akceptowalności, należy próbować zredukować je do akceptowalnego poziomu, stosując odpowiednie procedury łagodzenia. Jeżeli ryzyka nie można zmniejszyć do akceptowalnego poziomu lub poniżej takiego poziomu, to może być ono tolerowane, pod warunkiem że: jest ono mniejsze od okre-

¹⁶ E. Cieślak, *Bezpieczeństwo w lotnictwie*, [w:] materiały z konferencji: *Bezpieczeństwo i niezawodność oraz rozwój lotnictwa w regionach, Bezpieczeństwo i niezawodność w lotnictwie*, t. 1, red. B. Jancelewicz, Toruń 2009, s. 24.

ślonej wcześniej granicy braku akceptacji; zostało zredukowane do możliwie najniższego racjonalnego poziomu; przewidywane korzyści są wystarczające, aby go zaakceptować. Wykazanie, że ryzyko znajduje się na „możliwie najniższym racjonalnym poziomie” oznacza, że jakakolwiek dalsza jego redukcja jest albo niepraktyczna, albo wiąże się z nadmiernymi kosztami. Przekroczenie pewnej granicy ryzyka może spowodować zagrożenie bezpieczeństwa systemu lotniczego, które może skutkować zdarzeniem lotniczym (wypadkiem lub poważnym incydem). Można powiedzieć, że zarządzanie ryzykiem jest mechanizmem pozwalającym na zbilansowanie zysków i strat.

W systemie bezpieczeństwa lotnictwa identyfikacja i ocena ryzyka powinna stanowić pierwszy krok przed podjęciem decyzji o organizacji lotów. Musi też stanowić nieprzerwany proces, w którym wykorzystuje się różnorodne źródła danych i poddaje się je ocenie. Ocena ryzyka zapewnia usystematyzowany proces identyfikacji zagrożeń, w czasie gdy ma miejsce niewytłumaczalny wzrost liczby zdarzeń stanowiących zagrożenie dla bezpieczeństwa bądź następuje niewytłumaczalna ilość przypadków naruszenia przepisów lotniczych.

Jeżeli w trakcie prowadzenia analizy ryzyka, stwierdzone zostanie zagrożenie bezpieczeństwa, wymagane jest przeprowadzenie analizy pozwalającej ocenić szkody lub straty. Najczęściej ocena zagrożenia uwzględnia trzy czynniki:

- prawdopodobieństwo, że zagrożenie spowoduje wystąpienie niebezpiecznego zdarzenia (tzn. prawdopodobieństwo wystąpienia negatywnych konsekwencji, jeżeli zezwoli się na występowanie niebezpiecznych uwarunkowań);
- dotkliwość potencjalnych negatywnych konsekwencji bądź rezultatu wystąpienia niebezpiecznego zdarzenia;
- wskaźnik narażenia na zagrożenie.

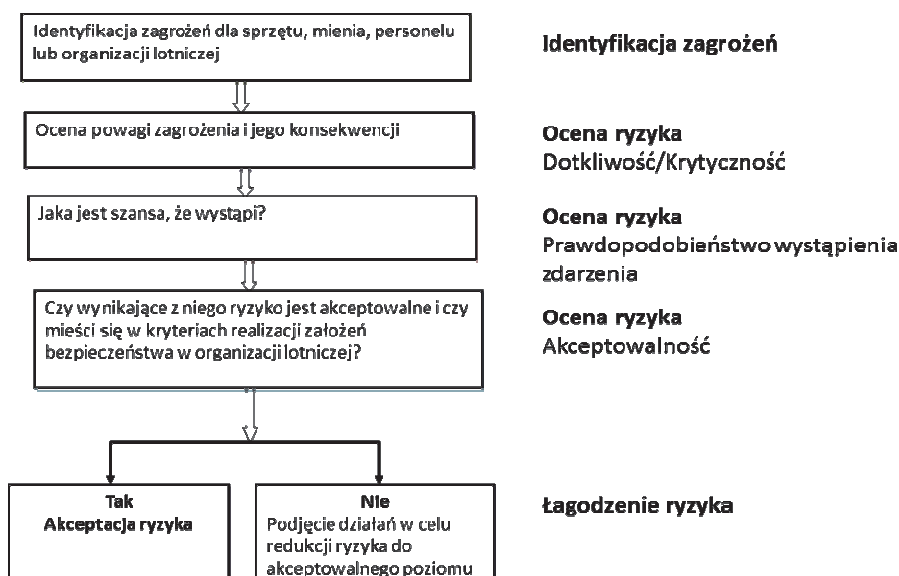
W czasie przeprowadzania oceny ryzyka ważne jest rozróżnienie pomiędzy zagrożeniami (potencjał spowodowania szkody) oraz ryzykiem (prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia w określonym czasie). Wykorzystując schemat ryzyka (rys. 6) w celu przypisania wartości różnym jego rodzajom, można dokonać jego klasyfikacji z podziałem na:

- **akceptowalne ryzyko** – oznacza, że nie ma potrzeby podejmowania żadnych dalszych działań (chyba że istnieje możliwość dalszej redukcji ryzyka przy małych kosztach lub niewielkim wysiłku);
- **niepożądane ryzyko** (dające się tolerować) – oznacza, że zainteresowane osoby lub organizacje są gotowe zaakceptować go w celu uzyskania pewnych korzyści przy założeniu, że ryzyko jest łagodzone w możliwie największym zakresie;
- **nieakceptowane ryzyko** – oznacza, że należy zaprzestać prowadzenia operacji w obecnych warunkach do chwili redukcji ryzyka, przynajmniej do dającego się tolerować poziomu.

Zarządzanie ryzykiem wymaga spójnego systemu identyfikacji zagrożeń, oceny ryzyka związanego ze zidentyfikowanymi zagrożeniami oraz wdrożenia realistycznych środków kontroli ryzyka. Proces zarządzania ryzykiem w lotnictwie cywilnym i wojskowym nieco się różni. W lotnictwie cywilnym zarządzanie ryzykiem prowadzone

jest pod kątem biznesowym. W lotnictwie wojskowym punktem odniesienia są nie tyle cele biznesowe, co wykonanie zadania. Z tego też względu wyróżniamy następujące etapy zarządzania ryzykiem: identyfikacja zagrożeń, ocena ryzyka, minimalizowanie ryzyka, podejmowanie decyzji, wprowadzanie decyzji, nadzorowanie i kontrola zmian. Przy definicji minimalizacji ryzyka po raz pierwszy pojawia się odniesienie do trzech parametrów oceny ryzyka: prawdopodobieństwa, dotkliwości i ekspozycji – czyli identycznie jak to zaproponowano w metodykach wykorzystywanych w realizacji normy ISO 18000. Ekspozycja definiowana jest jako wartość określająca, jaka liczba osób lub sprzętu jest narażona na straty w czasie występowania zagrożenia.

Rys. 6. Proces zarządzania ryzykiem



Źródło: opracowanie własne.

Minimalizowanie ryzyka można określić jako zastanawianie się, co można zrobić, aby uniknąć zagrożenia? Istnieje kilka możliwych rozwiązań: odrzucenie wykonania zadania, jeśli jest obciążone ryzykiem niewspółmiernie wysokim; uniknięcie ryzyka poprzez zmianę warunków wykonania zadania; opóźnienie wykonania zadania; przeniesienie zadania na inny termin; podział zadania na mniejsze elementy; zdublowanie zasobów planowanych do wykorzystania w realizacji zadania.

Działalność profilaktyczna ściśle związana jest z zarządzaniem ryzykiem. Polega przede wszystkim na wykrywaniu istniejących i przewidywaniu potencjalnych zagrożeń oraz opracowywaniu i wdrażaniu przedsięwzięć, których celem jest zmniejszenie ryzyka związanego z wykonywaniem zadań lotniczych. Głównym celem działalności profilaktycznej jest zapobieganie zdarzeniom lotniczym. Przedsięwzięcia profilaktyczne prowadzone są w celu eliminowania ujawnionych zagrożeń i zapobiegania dalszych

zagrożeń; zmniejszania ryzyka podczas wykonywania zadań lotniczych oraz ograniczania skutków wystąpienia zagrożenia.

Poprzez prowadzenie działalności profilaktycznej zapobiega się niepożądanym zdarzeniom lotniczym, incydentom i nieprawidłowościom, dzięki czemu znacząco wzrasta poziom bezpieczeństwa operacji lotniczych. Z reguły działalność profilaktyczna prowadzona jest w następujących etapach:

- 1) wykrycie zagrożeń bezpieczeństwa lotów;
- 2) ocena ryzyka związanego z danym zagrożeniem;
- 3) opracowanie propozycji profilaktycznych;
- 4) wdrożenie działań zapobiegawczych;
- 5) nadzór nad realizacją przedsięwzięć profilaktycznych i ocena ich skuteczności.

Za opracowanie działań profilaktycznych, wdrażanie oraz nadzorowanie ich realizacji odpowiedzialne są kompetentne władze lotnicze (cywilne lub wojskowe). Podczas realizacji działań profilaktycznych należy traktować bezpieczeństwo lotów jako rozwinięty i złożony system, zbudowany z wielu wzajemnie powiązanych i oddziałujących na siebie elementów. W działalność profilaktyczną powinien być zaangażowany cały personel lotniczy związany z organizacją, realizacją i zabezpieczeniem zadań lotniczych. Działalność profilaktyczna ma rozwijać świadomość, że nawet niewielkie zagrożenie może w szczególnych okolicznościach spowodować wypadek lotniczy. Osoby odpowiedzialne za profilaktykę w jednostkach organizacyjnych lotnictwa powinny egzekwować wdrażanie przedsięwzięć profilaktycznych.

Poprawa stanu bezpieczeństwa lotów, wyrażona niższą liczbą niepożądanych zdarzeń lotniczych i nieprawidłowości, mniejszymi stratami ludzkimi i materialnymi oraz wyeliminowanie powtarzania się zdarzeń lotniczych i nieprawidłowości z takich samych przyczyn, jest dowodem na trafność i skuteczność działań profilaktycznych.

Podsumowanie

Koncepcja bezpieczeństwa w lotnictwie może mieć różne konotacje, tj. brak wypadków, ograniczenie zagrożeń dla realizowanych zadań lotniczych czy też eliminację błędów popełnianych w czasie ich realizacji. Niezależnie od konotacji branej pod uwagę, stawia się przed wykonawcami zadań lotniczych – operatorami statków powietrznych¹⁷, personelem technicznym i zabezpieczającym – warunek konieczny do spełnienia podstawowych wymagań w zakresie bezpieczeństwa lotniczego. Sprowadza się on do uzyskania kontroli nad wszystkimi elementami zadaniowymi, będącymi w kompetencji wyszczególnionych wyżej podmiotów, aby osiągnąć założone cele. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że za optymalną sytuację w obszarze bezpieczeństwa operacji lotniczych należy uznać taką sytuację, kiedy narzędzia będące w dyspozycji zarządzających organizacjami lotniczymi pozwalają na ustalenie wszyst-

¹⁷ W niniejszej publikacji autor posługuje się naprzemiennie pojęciami pilot, pilot-operator, operator statku powietrznego, załoga w odniesieniu do jedno- lub wieloosobowej załogi statku powietrznego, odpowiedzialnej za jego zarządzanie. Operatorem statku powietrznego może być też jego użytkownik (właściciel).

kich zmiennych, które mogą doprowadzić do niepożądanych zdarzeń lotniczych. Ustalenie tych zmiennych ma doprowadzić do minimalizacji skutków lub eliminacji zagrożeń¹⁸ poprzez podjęcie działań adekwatnych do przewidywanego lub istniejącego zagrożenia (grupy zagrożeń). Ustalenie poziomu zagrożenia pozwala, z dużym prawdopodobieństwem, doprowadzić do osiągnięcia częściowej, a w niektórych przypadkach całkowitej kontroli nad czynnikami (zmiennymi) skutkującymi niepożądanymi zdarzeniami lotniczymi. Jednakże otwarte i dynamicznie zmieniające się środowisko realizacji zadań lotniczych powoduje, że w praktyce cel ten nie jest możliwy do osiągnięcia. W związku z powyższym współczesne bezpieczeństwo lotnicze może być postrzegane poprzez stopień dostosowania tych niepożądanych zmiennych, towarzyszących realizacji zadania lotniczego, do środowiska, w którym zadania te są realizowane.

Niepożądane zdarzenia lotnicze są czynnikiem negatywnie wpływającym na rozwój lotnictwa od momentu zaistnienia pierwszego z nich. Z drugiej jednak strony są one elementem, który powinniśmy traktować jako czynnik mobilizujący do wprowadzania nowych rozwiązań. Działania te powinny być prowadzone w odniesieniu do wszystkich obszarów związanych z teorią i praktyką bezpieczeństwa lotniczego, odnoszących się do zasadniczego systemu, którym jest triada „człowiek – statek powietrzny – środowisko”.

Summary

AVIATION SAFETY IN OUTLINE

Over the last century, aviation has made a large, abrupt technological progress. Such progress would not be possible without the parallel achievements in raising safety standards by controlling and reducing risks which may occur in aviation. Given the diversity of threats in aviation, people associated with it sought to prevent aviation accidents from the very beginning. Through the implementation of the best practices in safety management, there was a significant decrease in the frequency and the size of the tragic events in aviation. Although the elimination of accidents and serious incidents is not only desirable, but necessary to achieve, providing 100% security level is unattainable. Equipment failures and human errors will still continue to occur, despite all the efforts to prevent them. Furthermore, no action taken by a man or a man-made system will be completely secure, which means free from risk. Safety is a relative term, but risks in the „safe” system should be reduced to the possibly lowest level in order to be acceptable.

The aim of this article is to analyze some of the risks in aviation and present methods of risk reduction. It also depicts contemporary theories of the causes of air accidents and their use in management of operational risk.

¹⁸ Według *Podręcznika zarządzania bezpieczeństwem (SMS)*, zagrożenie (*Hazard*) – sytuacja, lub podmiot, powodująca potencjalną możliwość obrażeń personelu, zniszczenia wyposażenia lub struktury, utraty części lub utraty zdolności do wykonywania przewidzianych funkcji.

Key words: dangers in security, security risk, aviation accident, aviation incident, aviation safety, security theories

Słowa kluczowe: zagrożenia bezpieczeństwa, ryzyko bezpieczeństwa, wypadek lotniczy, incydent lotniczy, bezpieczeństwo lotnicze, teorie bezpieczeństwa

Bibliografia

Cieślak Eugeniusz, *Bezpieczeństwo w lotnictwie*, [w:] materiały z konferencji: *Bezpieczeństwo i niezawodność oraz rozwój lotnictwa w regionach, Bezpieczeństwo i niezawodność w lotnictwie*, t. 1, red. B. Jancelewicz, Toruń: Wydawnictwo Adam Marszałek, 2009.

Katastrofy drogowe, http://pl.wikipedia.org/wiki/Kategoria:Katastrofy_drogowe, [12.12.2013].

Klich Edmund, Szczygieł Jerzy, *Bezpieczeństwo lotów w transporcie lotniczym*, Radom: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, 2010.

Kołodziński Edward, *Wprowadzenie do zarządzania bezpieczeństwem*, <http://ptib.pl/pl>, [03.11.2013].

Koziej Stanisław, *Strategiczne środowisko bezpieczeństwa międzynarodowego i narodowego w okresie pozimnowojennym (Skrypt internetowy)*, www.koziej.pl, [22.05.2015].

Lewitowicz Jerzy, *Podstawy eksploatacji statków powietrznych, cz. 3 Systemy eksploatacji statków powietrznych*, Warszawa: Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, 2006.

Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem, Warszawa: Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego, 2009.

Reason James, *Human Error*, Cambridge University Press, 1990.

Załącznik 19 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym. Zarządzanie bezpieczeństwem, www.ulc.gov.pl/_download/prawo/prawo_miedzynarodowe/konwencje/zalacznik-19.pdf, [23.05.2015].

Data przesłania artykułu do Redakcji: 2016.06.15.

Data wstępnej akceptacji artykułu przez Redakcję: 2016.06.29.