

Ewolucja bezpieczeństwa lotów w XX w.

Abstrakt: Bezpieczeństwo lotów, zgodnie z powszechnie panującą opinią, jest najistotniejszym elementem obecnego systemu transportu powietrznego, który rokrocznie, pomimo światowego kryzysu, obsługuje blisko 3 miliardy pasażerów¹. Jest to wypadkowa działań skomplikowanego systemu, który wciąż jest tworzony i udoskonalany od ponad 100 lat. System bezpieczeństwa lotów oparty jest na działaniach nie tylko producentów samolotów², pilotów, personelu latającego i naziemnego, lecz także na działaniach międzynarodowych organizacji i zrzeszeń przewoźników lotniczych, a także rządów poszczególnych państw ratyfikujących zunifikowane akty legislacyjne, coraz częściej w skali światowej, stanowiące o bezpieczeństwie lotów³.

Troska o zwiększenie bezpieczeństwa lotów ewoluowała na przestrzeni wieku począwszy od ery technicznej, ery czynnika ludzkiego kończąc na erze organizacyjnej. Obecnie jest to stan, w którym ryzyko obrażeń dla osób lub zniszczenie mienia jest równe lub mniejsze od ustalonego, akceptowalnego poziomu dzięki ciągłemu procesowi identyfikacji zagrożeń i zarządzania ryzykiem. Działania te, chociaż ograniczają znacznie ryzyko wystąpienia zagrożeń, nigdy nie wyeliminują go całkowicie. Dlatego też istnieje stała potrzeba ponoszenia starań i nakładów by podróżowanie samolotem było jeszcze bardziej bezpieczne, gdyż aspekt ten warunkuje wysoką jakość życia ludzi oraz rozwój gospodarczy państw.

The evolution of flight safety in the twentieth century

Abstract: Flight safety, according to the generally prevailing opinion, is the most important element of the current air transport system, which year by year, despite the global crisis, serves nearly three billion passengers. This is due to the a complex system, which has been developed and perfected for over 100 year's time. The flight safety is based on not only the activities of aircraft manufacturers, pilots, flight crew and ground handling, but also on the activities of international organizations and associations of air carriers as

¹ Zgodnie z danymi GUS przewóz pasażerów w transporcie lotniczym w skali światowej wyniósł 2 866 764 tys. w 2012 r.

² W ślad za pierwszymi konstruktorami, którym najbardziej zależało na opracowaniu bezpiecznej konstrukcji, zwykle przez siebie wypróbowanej, oraz pozostaniu przy życiu.

³ Istnieje duży problem w ujednoczeniu aktów legislacyjnych w lotnictwie w wymiarze międzynarodowym, ze względu na historyczną suwerenność państw w kształtowaniu swojego prawodawstwa dotyczącego lotnictwa, co miało wpływ na zawieranie umów bilateralnych bądź wielostronnych pomiędzy poszczególnymi państwami. Jedynie Państwa członkowskie Unii Europejskiej są zobowiązane do przestrzegania zunifikowanych przepisów prawa w tym zakresie, co przekłada się na jednakowe normy i standardy w lotnictwie cywilnym. Więcej: M. Żylicz, *Prawo lotnicze międzynarodowe, europejskie i krajowe*, Warszawa 2011, s. 262.

well as national governments establishing more and more unified safety flights legislation frameworks on the global scale.

The concern about increasing flight safety has evolved with the time beginning with the technical era, followed by the human factor era, ending with the organizational era. Today it is the condition in which the risk of injury to people or damage to property is equal to or less than the predetermined, acceptable level. It is possible due to a continuous process of hazard identification, which results in limiting the risk of threats, and risk management. Significant as these activities are, they will never eliminate hazards completely. Therefore, there is a constant need to incur expenditures and efforts to make air travel even more secure since it both affects the high quality of life and determines economic development of the countries.

Keywords: flight safety, safety management, error, risk management, safety promotion, safety risk mitigation, safety culture

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo lotów, zarządzanie bezpieczeństwem, błąd, zarządzanie ryzykiem, promowanie bezpieczeństwa, zmniejszanie ryzyka bezpieczeństwa, kultura organizacyjna

„Lotnictwo jest niebezpieczne, a więc dlatego jest tak bezpieczne” stwierdza w swojej książce szef Państwowej Komisji Badania Wypadków Lotniczych Edward Klich⁴. Historia lotnictwa zaangażowanego w regularne przewozy pasażerskie na świecie jest nie jest długa. Sięga nieznacznie dłużej niż 100 lat⁵. Jednakże, okres ten jest niezmiernie ważny dla ludzkości, gdyż to w tym czasie samoloty stały się narzędziem w rękę człowieka. Zaczęło się od zeppelinów, które jako pierwsze przewiozły tysiące pasażerów, ale później zostały również wykorzystane w czasie I wojny światowej by zrzucić śmiertelne bomby na ludność cywilną. Lata przypadające na I i II wojnę światową to czas, w którym samoloty były jeszcze bardziej doskonalone, unowocześniane i dopracowane. Podobnie działo się zaraz po II wojnie oraz w okresie zimnej wojny, czasie wzmożonego wyścigu zbrojeń, gdy postawiono na budowanie nowoczesnych konstrukcji, napędzanych niezawodnymi silnikami. Poza militarnym znaczeniem lotnictwa, równoległe rozwijało się lotnictwo cywilne, skokowo wzrosła liczba operacji lotniczych, możliwych dzięki powstaniu nowoczesnych lotnisk tranzytowych o znaczeniu międzynarodowym (*hubs*) oraz krajowych lotnisk regionalnych (*spokes*)⁶. Coraz większą wagę zaczęto przywiązywać do czynników

⁴ E. Klich, *Bezpieczeństwo lotów w transporcie lotniczym*, Radom 2010, s. 30.

⁵ Do zbadania pierwszego wypadku lotniczego, w wyniku którego zginął pilot-porucznik artylerii USA Thomas Selfridge, a Orville Wright, konstruktor pierwszego „aparatu latającego” i pionier lotnictwa został poważnie ranny, po raz pierwszy Departament Bezpieczeństwa Lotniczego w USA powołał siedmioosobową komisję, która 19 lutego 1909 r. opublikowała raport o przyczynach wypadku. Cyt za: E. Klich, *Bezpieczeństwo...*, s. 10.

⁶ Dzięki temu na lotniczej mapie świata znajdują się pojedyncze centra (tzw. *hubs* – punkty tranzytowe) od których odchodzą dziesiątki prostych odcinków (tzw. *spokes* –

zwiększających poziom bezpieczeństwa lotów, bo to gwarantowało sukces ekonomiczny.

Analiza ewolucji bezpieczeństwa lotów pozwala dostrzec, że ten ponad stuletni okres w dziejach historii ludzkości został samoistnie podzielony na kilka etapów, zwanych w literaturze branżowej – erami⁷.

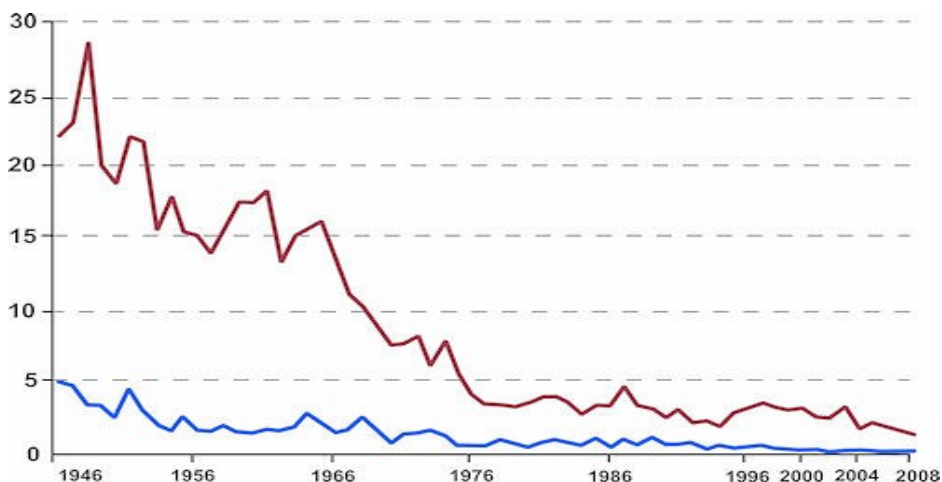
Pierwsza z nich obejmuje okres od wczesnych początków lotnictwa i sięga do końca lat sześćdziesiątych. Lotnictwo komercyjne w tamtych czasach charakteryzowało się niskim poziomem technologii, brakiem odpowiedniej infrastruktury, ograniczonym nadzorem oraz niewystarczającym zrozumieniem podstawowych zagrożeń dla operacji lotniczych. Kwestie bezpieczeństwa były związane głównie z czynnikami technicznymi. Lotnictwo jawiło się jako ważna gałąź branży transportowej, jednak środki techniczne związane z tą branżą nie były w pełni rozwinięte, a błędy technologiczne były nagminnym czynnikiem naruszającym bezpieczeństwo. Dlatego punkt ciężkości w zapewnieniu bezpieczeństwa położono na badania w zakresie poprawy czynników technicznych. Z tego względu okres ten zyskał miano „Ery Technicznej.” Usprawnienia technologiczne wraz z rozwojem infrastruktury oraz zwiększającym się nadzorem prawnym doprowadziły do redukcji ilości wypadków⁸. Zaledwie niespełna pięć dekad od powstania branży lotniczej, czyli w latach 50-tych, lotnictwo stało się jednym z najbezpieczniejszych dziedzin przemysłu. Był to jednocześnie obszar najbardziej poddany rygorystycznym regulacjom prawnym. Jak powszechnie wówczas sądzono, zgodność z przepisami była kluczem do bezpieczeństwa w lotnictwie, zaś każde odstępstwo od tej zasady musiało nieuchronnie prowadzić do jego utraty.

regionalnych lotnisk), zaś cała konstrukcja przypomina piastę z ang. hub, od której odchodzą szprychy z ang. spokes.

⁷ Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem, Urząd Lotnictwa Cywilnego, 2009, s. 2-2.

⁸ W latach 40. XX wieku pojawiły się samoloty z ciśnieniowymi kabinami pasażerskimi, na lotniskach zaczęto stosować wczesne wersje przyrządowych systemów wspomagania lądowania ISL (*Instrumental Landing System*). W latach 50. XX w. wprowadzono napęd turbośmigłowy, a na cywilnych lotniskach zaczęto korzystać z radarów kontrolujących ruch w powietrzu, a także odległościowo-kątowy system nawigacji VOR/DME. W kolejnej dekadzie linie lotnicze wprowadziły samoloty odrzutowe, a na lotniskach pojawiły się radary wtórne automatycznie odbierające kluczowe parametry lotu z transpondera zamontowanego w samolocie. Systemy VOR/DME zaczęto integrować z autopilotami pokładowymi. W latach 1970 zaczęto korzystać z systemów TCAS (*Traffic-Alert Collision Avoidance System*), dzięki czemu prawie wyeliminowano zderzenia w powietrzu oraz GPWS (*Ground Proximity Warning System*), co ograniczyło liczbę zderzeń z ziemią.

Rys 1. Liczba incydentów lotniczych oraz katastrof w lotnictwie pasażerskim w USA w latach 1946-2008



Źródło: Federal Aviation Administration,

Po zakończeniu II wojny światowej w lotnictwie pasażerskim w USA zdarzało się 5 katastrof lotniczych na 1 milion godzin lotu. (Rys. 2.) Kilkakrotnie więcej było wypadków i poważnych incydentów, w których nie zginęli ludzie. Do połowy lat sześćdziesiątych liczba wypadków w USA utrzymywała się na stałym poziomie i wynosiła ponad 15 na 1 milion godzin lotu. Obecnie na 1 milion godzin lotu przypada 1,5 wypadków, a liczba katastrof zmalała niemal do zera - 0,01 na 1 milion godzin lotu⁹.

Postęp technologiczny związany z wprowadzeniem silników odrzutowych, radarów (zarówno pokładowych jak i naziemnych), funkcji autopilota, usprawnionej nawigacji i łączności zwiększył efektywność operacji lotniczych, zarówno w powietrzu jak i na ziemi. Dodatkowo pojawiły się pierwsze komputery na pokładach samolotów Boeing 777 w liczbie 1000 procesorów, gdzie Airbus 320 był dwukrotnie więcej w nie wyposażony. Zastosowanie komputerów nie tylko zautomatyzowało większość czynności na pokładzie samolotu, ale również podniosło poziom bezpieczeństwa lotów, dzięki stałemu monitorowaniu podzespołów decydujących o ich bezpieczeństwie. Dalsza komputeryzacja oznaczała pojawienie się systemu rejestracji danych pozwalających dokonać bardziej precyzyjnej analizy przyczyn wypadków oraz 6-osiowych symulatorów lotu ułatwiających szkolenie i dobór pilotów. W latach 1990-tych zaczęto stosować cyfrowe mapy terenu, nawigację wspieraną przez systemy satelitarne oraz syntetyzowane obrazy sytuacji w powietrzu. Można zatem wysunąć stwierdzenie, że zastosowanie nowoczesnych technologii w systemie lotniczym przesunęło punkt ciężkości odpowiedzialności za bezpieczeństwo na czynnik ludzki.

⁹ http://www.altair.com.pl/news/view?news_id=1928, z dn. 25.03.2014.

I tak rozpoczęła się nowa era – „Era Człowieka (zwana również Erą Czynnika Ludzkiego)”¹⁰, w której po raz pierwszy zwrócono uwagę na szkolenie pilotów oraz personelu latającego, współpracę w zespole oraz absolutną zgodność podejmowanych działań z wyznaczonymi procedurami. Owo *novum* dało początek nowemu niezmiernie ważnemu podejściu do zagadnienia bezpieczeństwa w lotnictwie – procesowi zarządzania bezpieczeństwem.

Nowa filozofia procesu zarządzania bezpieczeństwem koncentrowała się na skutkach (incydentów i wypadków) i opierała się na badaniu wypadków w celu ustalenia przyczyny, włączając w to czynnik technologiczny. Jeśli ten czynnik nie był oczywisty, zwracano uwagę na ewentualność łamania zasad przez personel operacyjny. Tak więc zdarzenia przeszłe stanowiły punkt wyjścia dla znalezienia punktu/ów w łańcuchu zdarzeń dla wykrycia ludzkich czynności operacyjnych, działań lub zaniechań, zmierzających do ustalenia sprawy zaniechania i, w konsekwencji, jego ukaranie. Nie zawsze jednak ustaleniu sprawy naruszenia bezpieczeństwa towarzyszyło znalezienie odpowiedzi na pytanie: „dlaczego?” i „jak to się stało?”.

Od połowy lat siedemdziesiątych do połowy lat dziewięćdziesiątych miał miejsce kolejny okres zwany „Złotą erą lotniczego czynnika ludzkiego”. W tym czasie spotęgowano działania podejmowane w systemie lotniczym w celu wychwycenia i neutralizacji nieuchwytnego wszechobecnego błędu ludzkiego. Skupiono się wówczas na działaniach indywidualnych, a nie przywiązywano większej uwagi do rzeczywistości operacyjnej, w której te działania były podejmowane. Dopiero na początku lat dziewięćdziesiątych po raz pierwszy zauważono, że ludzie nie działają w próżni, ale w określonych sytuacjach operacyjnych. Niemniej jednak, pomimo poczynionych ogromnych inwestycji środków w celu neutralizowania skutków ludzkich błędów, od tamtego czasu działalność człowieka nadal jest wskazywana jako powtarzający się czynnik załamania bezpieczeństwa.

Stosunkowo późno, bo dopiero na początku lat dziewięćdziesiątych, odkryto w branży lotniczej związek pomiędzy wpływem działań operacyjnych na wydajność, jakość oraz wyniki tych działań. Dało to początek „Erze organizacyjnej”, w której bezpieczeństwo zaczęło być postrzegane z systemowego punktu widzenia włączając w to czynniki ludzkie, organizacyjne i techniczne. W tym też okresie po raz pierwszy pojawiło się pojęcie wypadku lotniczego z przyczyn or-

¹⁰ Zgodnie z definicjami zawartymi w Załączniku 14 ICAO do *Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym. Tom I Projektowanie i eksploatacja lotnisk*, 2009, możliwości człowieka (*human performance*) to możliwości i ograniczenia człowieka, które mają wpływ na bezpieczeństwo i sprawność jego działania w lotnictwie, natomiast zasady czynnika ludzkiego (*human factors principles*) to zasady, które mają zastosowanie w lotniczym projektowaniu, certyfikowaniu, szkoleniu, działaniu i w obsłudze technicznej, oraz które pozwalają znaleźć obszary wzajemnego oddziaływania pomiędzy człowiekiem i innymi elementami systemu poprzez odpowiednie uwzględnienie możliwości ludzkich.

organizacyjnych¹¹. Dlatego też dostrzeżono fakt, że na bezpieczeństwo całego systemu pracują liczne zespoły ludzi związanych bezpośrednio z wykonywaniem operacji lotniczych, ich naziemną obsługą zaś ich działalność operacyjna polega na wykonywaniu ściśle określonych procedur, co ogranicza ryzyko bezpieczeństwa. W dużym uproszczeniu można powiedzieć, że na tym polega zarządzanie ryzykiem bezpieczeństwa, co służy profilaktyce, tzw. proactive¹².

Od połowy lat 90-tych system bezpieczeństwa w lotnictwie stał się ultra bezpiecznym co oznacza, że jest niespełna jedno załamanie bezpieczeństwa (katastrofa) na każdy 1 milion cykli produkcyjnych (lotów).¹³ Wypadki stały się na tyle rzadkie, że są postrzegane za anomalie w systemie. Również incydenty występują coraz rzadziej. Wraz ze zmniejszeniem się liczby wypadków i incydentów urzeczywistnia się rozpoczęta w poprzednim okresie wizja szerszej perspektywy systemu bezpieczeństwa oparta na zaadoptowaniu postawy biznesowej w zarządzaniu bezpieczeństwem. Bazuje ona na systematycznym gromadzeniu i przetwarzaniu codziennych danych operacyjnych. Ta biznesowa perspektywa bezpieczeństwa tworzy system zarządzania bezpieczeństwem (SMS).

Wybrane współczesne teorie związane z bezpieczeństwem lotów. Zasada Szwajcarskiego Sera

Brytyjski uczony James Reason, najsłynniejszy badacz katastrof lotniczych, stworzył dominującą w branży lotniczej oryginalną teorię zwaną „Zasadą Szwajcarskiego Sera”¹⁴. W symbolicznym kawałku sera z dziurami, pokrojonym na plasterki ustawione względem siebie w sposób równoległy, z jednej strony bloku plasterów serowych umieszczono potencjalne zagrożenia, wszelkie ryzyka związane z działalnością operacyjną wywołane zarówno czynnikiem ludzkim, technologicznym oraz atmosferycznym. Z drugiej strony, bloku serowego umieszczono potencjalne ofiary, które powstały w wyniku katastrofy lotniczej.

¹¹ Tamże, s.2-4.

¹² Cyt za: M. Jemielniak, *Zmagania z ciągłym ryzykiem*, Przegląd Sił Zbrojnych, 1/2014, s.16., [w:] W. Netkowski: *Znaczenie powypadkowych zaleceń profilaktycznych w zarządzaniu bezpieczeństwem lotów w świetle obszarów zagrożeń zidentyfikowanych w obowiązkowym systemie powiadamiania o zdarzeniach lotniczych*, [w:] B. Jancelewicz (red.), *Bezpieczeństwo i niezawodność w lotnictwie*, Toruń 2009.

¹³ Więcej: *Safety Management Manual*, ICAO 2009, s. 3-5. Inne źródła podają jeszcze mniejsze prawdopodobieństwo-1:5000 000. Więcej: *From Safety-I to Safety-II. A White Paper*, EUROCONTROL, s.16. <http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/2437.pdf>, z dn.1.02.2014.

¹⁴ Reason J., *Achieving a safe culture: theory and practice*, Work & Stress, 1998, vol. 12, no. 3, ss. 293-306./s. 296. <http://www.raes-hfg.com/reports/21may09-Potential/21may09-JReason.pdf>, z dn. 4.02.2014.; Jemielniak M., *Zmagania z ciągłym ryzykiem*, Przegląd Sił Zbrojnych, 1/2014, ss.14-20.

Rys. 2. Zasada Sera Szwajcarskiego wg Jamesa Reason'a



Źródło: J., Reason, *Achieving a safe culture: theory and practice*, Work & Stress, 1998, t. 12, nr 3, s. 296.

Podziurawione plastry sera to wszystkie czynniki kształtujące bezpieczeństwo: producent, linie lotnicze, odpowiednie władze, piloci, technologie, przepisy. Gdyby każdy z plastrów stanowił solidną barierę, wówczas nie byłoby poważnych incydentów¹⁵ i wypadków lotniczych¹⁶. W serze szwajcarskim są jednak dziury.

¹⁵ Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) NR 859/2008 z dnia 20 sierpnia 2008 r. zmieniającym rozporządzenie Rady (EWG) nr 3922/91 w odniesieniu do wspólnych wymagań technicznych i procedur administracyjnych mających zastosowanie do komercyjnego transportu lotniczego, **incydent** to zdarzenie inne niż wypadek lotniczy, związane z eksploatacją samolotu, które ma lub może mieć wpływ na bezpieczeństwo lotu, natomiast **poważny incydent** to zdarzenie związane z wystąpieniem okoliczności wskazującej, że niemalże doszło do wypadku lotniczego.

¹⁶ Wg w/w rozporządzenia **wypadek lotniczy** to zdarzenie związane z eksploatacją samolotu, które miało miejsce pomiędzy momentem, kiedy pierwsza osoba weszła na pokład z zamiarem wykonania lotu, a momentem, kiedy opuściły pokład wszystkie osoby, w którym osoba znajdująca się na pokładzie samolotu poniosła śmierć lub odniosła poważne obrażenia w następstwie: a) przebywania na pokładzie; b) bezpośredniego kontaktu z dowolną częścią samolotu, w tym z częścią, która odłączyła się od samolotu; c) bezpośredniego oddziaływania strumienia gazów odrzutowych; z wyjątkiem przypadków, kiedy obrażenia są skutkiem przyczyn naturalnych, samookaleczenia lub zostały zadane przez inne osoby, lub kiedy osoba doznała obrażeń, itd.

Pierwsza linia obrony to czynnik ludzki: ludzie, piloci, kontrolerzy ruchu lotniczego, którzy mogą popełnić błąd, złamać procedury, co narusza procedury i powoduje wyłom w zabezpieczeniach. Na ogół, zaniedbania te są szybko usuwane. Nawet jeśli na pierwszej płaszczyźnie jest „dziura”, po drodze znajduje się druga płaszczyzna, która wychwyci wadliwy element (czyli np. błąd pilota lub kontrolera), stworzy barierę i zapobiegnie dalszemu przesuwaniu się w kierunku katastrofy. Systemy bezpieczeństwa w obecnie używanych samolotach są bardzo szczelne. Jeśli popsuje się jeden układ, włącza się zapasowy, a po nim często jeszcze kolejny. Na każdą ewentualność przewidziane są określone procedury, które mają zapobiec katastrofie. Nad bezpieczeństwem lotu czuwa sztab ludzi na ziemi i w powietrzu.

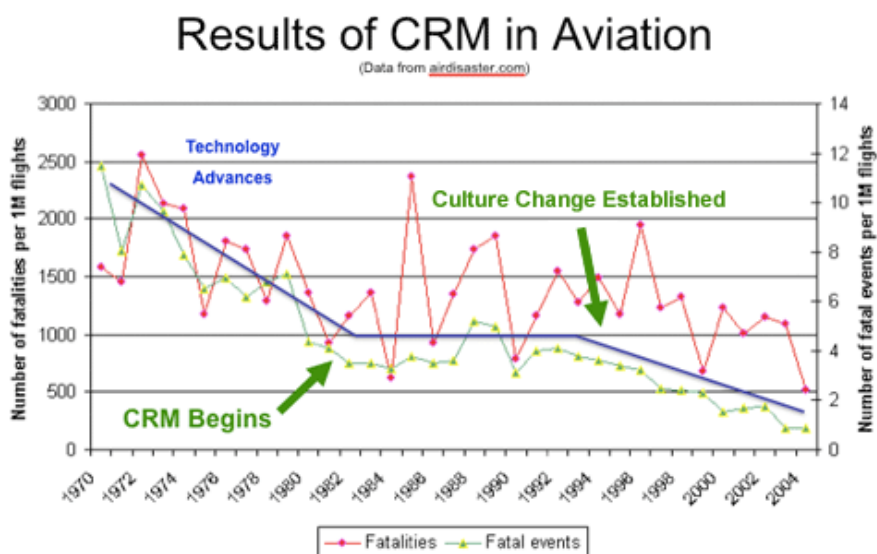
Katastrofa następuje wtedy, gdy ludzkie błędy i słabości systemowe (na rysunku dziury w serze) układają się wzdłuż hipotetycznej linii, która pozwala przejść przez kolejne wszystkie płaszczyzny zabezpieczeń. Początek kłopotów zazwyczaj jest problemem technicznym, ale cała reszta błędów to już wina człowieka – ciąg decyzji nieadekwatnych do sytuacji połączony z niekorzystnym zbiegiem okoliczności: złą pogodą, niedyspozycją pilota, problem technicznym bądź sprzecznymi komunikatami podawanymi z wieży kontrolnej.

Niemniej jednak, są to sytuacje niezmiernie rzadkie, o czym świadczą statystyki¹⁷. Prawdopodobieństwo tragicznego wypadku w lotnictwie jest stosunkowo niskie. Jednakże, jak twierdzi J. Reason, każda katastrofa przypomina nam, że coś zaniedbałimy. Dlatego wciąż budowane są nowe zapory w czym pomocne są technologia, komputery, ale przede wszystkim doskonalony jest najbardziej zawodny „czynnik ludzki” budowany i ulepszany wraz rozwojem kultury organizacyjnej polegającej na kształtowaniu w świadomości pracowników postawy, że każda zaniedbana czynność bądź wykonana niezgodnie z procedurami (zarówno na ziemi w fabryce na etapie produkcji samolotu, na pasie startowym, bądź w powietrzu) zagraża bezpieczeństwu pasażerów oraz personelu wykonującemu lot.

¹⁷ W 1945 r. 1 awaria zdarzała się na 2000 lotów, w latach 50. 1 na 100 000 lotów, obecnie: 1 awaria na 1 000 000. Producenci Boeinga podają w programie dokumentalnym p.t. „Why Planes Fall” (2003) produkcja: ARTE FRANCE, że w 2002 r. na 18 000 000 startów samolotów zdarzyło się 200 poważnych awarii silnika, ale w każdym przypadku samolot wystartował, dotarł do celu i bezpiecznie wylądował. Inne dane podają że w krajach członkowskich EASA, (27 państwach Unii Europejskiej oraz Szwajcarii, Liechtensteinie, Norwegii i Islandii) w latach 2002-2011 wskaźnik śmiertelnych wypadków lotniczych wynosił 1,6 na 10 milionów lotów pasażerskich oraz cargo i był najniższy w świecie *ex aequo* z krajami Ameryki Północnej. Dla porównania: odnotowany w tym samym okresie najwyższy wskaźnik na kontynencie afrykańskim to (43,9 na 10 milionów lotów), w Rosji, na Ukrainie i Białorusi (32,9 na 10 mln), Azji Środkowej oraz na Bliskim Wschodzie (25,2), <http://news.money.pl/artykul/liczba;wypadkow;lotniczych;spada;oto;najnowsze;statystyki,109,0,1134189.html>, z dn. 20.02.2014.

„Ujarzmieniu” czynnika ludzkiego służą różnego rodzaju szkolenia z zakresu **zarządzania zasobami załogi** (CRM – Crew Resource Management)¹⁸ pierwotnie nazywanym Cockpit Resource Management¹⁹. Zazwyczaj są to obowiązkowe szkolenia naziemne, przeprowadzane na symulatorach samolotów mające na celu ukształtowanie bądź podtrzymanie prawidłowych nawyków i dobrych praktyk u pilotów oraz personelu latającego w zakresie czynności i obowiązków personelu specjalistycznego, współpracy w zespole, pracy w sytuacjach nasilonego stresu i zmęczenia, procedur awaryjnych oraz zasad bezpieczeństwa²⁰. Efekty wprowadzenia zarządzania zasobami załogi przedstawia poniższy rysunek.

Rys. 3. Spadek liczby wypadków śmiertelnych jako jeden z efektów wprowadzenia Zarządzania Zasobami Załogi (CRM Crew Resource Management)



Źródło: <http://www.gomach1.com/mach1solutions-aviation.php>, z dn. 20. 02.2014. na podstawie wytycznych zawartych w Rozporządzeniu Komisji (UE) NR 83/2014 z dnia 29 stycznia 2014 r. zmieniającym Rozporządzenie (UE) nr 965/2012 ustanawiające wymagania techniczne i procedury administracyjne odnoszące się do operacji lotniczych.

¹⁸ Rozporządzenie Komisji (UE) NR 965/2012 z dnia 5 października 2012 r. ustanawiające wymagania techniczne i procedury administracyjne odnoszące się do operacji lotniczych zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 216/2008, s. 61.

¹⁹ E.L Wiener, B.G. Kanki, R.L. Helmreich, *Cockpit Resource Management*, San Diego 1993, s. 3.

²⁰ Rozporządzenie Komisji (WE) NR 859/2008 z dnia 20 sierpnia 2008 r. zmieniające Rozporządzenie Rady (EWG) nr 3922/91 w odniesieniu do wspólnych wymagań technicznych i procedur administracyjnych mających zastosowanie do komercyjnego transportu lotniczego, s.169.

Kultura organizacyjna

Kultura organizacyjna²¹ odnosi się do „czynnika ludzkiego” w kontekście stanowienia jednej z linii obrony przed potencjalnym zagrożeniem. Jest to swoiste „programowanie zbiorowego umysłu” oparte na kształtowaniu norm społecznych i systemach stymulujących pracowników, co przekłada się na właściwy klimat organizacyjny i sposób zarządzania.

L. Zbiegień-Maciąg pisze za Deshapande i Parasurman, że kultura organizacyjna polega na niepisanych, często podświadomych zasadach, które wypełniają przestrzeń między pisanymi regułami a rzeczywistością.²² Z kolei dla Cz. Sikorskiego jest to system wzorów myślenia i działania utrwalonych wśród pracowników organizacji, które mają znaczenie dla realizacji jej formalnych celów²³.

W odniesieniu do zarządzania bezpieczeństwem, zrozumienie kultury jest istotnie ważne, ponieważ kultura jest istotnym wyznacznikiem działań ludzkich. Kwestie kulturowe wpływają na organizację, ponieważ są one zbiorowiskami ludzi. Funkcjonowanie organizacji podlega wpływom kulturowym na każdym poziomie. Poniższe cztery rodzaje kultury mają znaczenie dla inicjowania rozwiązań w zarządzaniu bezpieczeństwem, ponieważ warunkują one funkcjonowanie organizacji. Warto również nadmienić, że do niedawna obowiązywał model trzech różnych modeli kulturowych obejmujący kulturę narodową, zawodową i organizacyjną, które ostatnio poszerzono o dodatkowy wymiar kultury raportowania²⁴.

Cztery rodzaje kultur oddziałują wzajemnie na siebie w kontekście operacyjnym i mają wpływ między innymi na:

- a) relacje pomiędzy młodszymi i starszymi
- b) wymianę informacji
- c) reakcje personelu w trudnych warunkach operacyjnych
- d) sposób wykorzystania rozwiązań technologicznych
- e) reakcje władzy wobec niewłaściwych działań w wyniku błędów operacyjnych
- f) stosowanie automatyki

²¹ Kultura wpływa na wartości, przekonania i zachowania, które dzielimy z innymi członkami różnych grup społecznych. Kultura łączy ze sobą członków grupy, dostarcza wskazówek jak zachowywać się w sytuacjach codziennych, a jak w niezwykłych. Kultura określa zasady gry, lub ramy we wszystkich kontaktach międzyludzkich. Jest to suma sposobów, w jakich ludzie prowadzą swoje sprawy w określonym środowisku społecznym i stanowi kontekst, w którym coś się dzieje. Op.cit., *Safety ...*, s. 2-23.

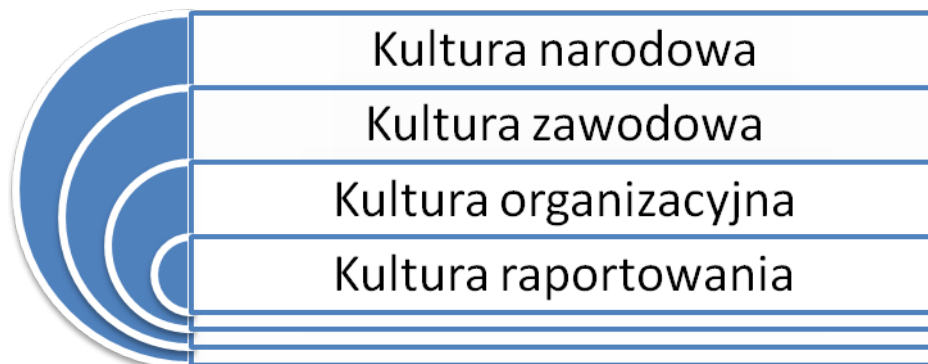
²² Zbiegień-Maciąg L., *Kultura w organizacji*, PWN, Warszawa 1999, s. 15.

²³ Sikorski Cz., *Kultura organizacyjna*, Warszawa 2002, s. 4.

²⁴ *Safety Management Manual (SMM)*, ICAO 9859, 2012, s. 22.

- g) rozpowszechnianie procedur (SOP, z j. ang. Standard Operating Procedure)
- h) przygotowania, przedstawienia i przekazania dokumentacji
- i) przygotowania i prowadzenia szkoleń
- j) realizacji przydzielonych prac
- k) wzajemnych relacji różnych grup zawodowych (piloci, personel obsługi, personel pokładowy, itd.)
- l) współpracy kierownictwa i związków.

Rys. nr 4. Cztery modele kulturowe



Źródło: *Safety Management Manual (SMM)*, ICAO 9859, 2012, s. 22.

Największe możliwości tworzenia i efektywnego kreowania kultury zarządzania bezpieczeństwem powstają na poziomie organizacyjnym. System wartości organizacji ma wpływ na zachowanie operacyjnych członków załogi oraz innych członków personelu operacyjnego²⁵ na to czy organizacja docenia działania w zakresie bezpieczeństwa, wspiera indywidualne inicjatywy, zniechęca lub zachęca do tolerowania ryzyka bezpieczeństwa, egzekwuje przestrzeganie procedur i promuje otwartą dwukierunkową komunikację przekłada się na działalność operacyjną pracowników²⁶. Kultura raportowania odgrywa tutaj kluczową rolę we współczesnym zarządzaniu bezpieczeństwem w lotnictwie cywilnym, gdyż kształtuje właściwą postawę wśród pracowników operacyjnych jako współodpowiedzialnych za bezpieczeństwo, polegającą na dobrowolnym

²⁵ Zgodnie z definicją zawartą w Rozporządzeniu Komisji (UE) NR 83/2014 z dnia 29 stycznia 2014 r. zmieniającym rozporządzenie (UE) nr 965/2012 ustanawiające wymagania techniczne i procedury administracyjne odnoszące się do operacji lotniczych zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 216/2008 **operacyjny członek załogi** oznacza członka załogi pełniącego służbę na pokładzie statku powietrznego podczas lotu.

²⁶ *Safety...*, s. 2-26.

zgłaszaniu usterek i sytuacji awaryjnych, za które pracownik, w razie nie należyce wykonanego zadania, nie poniesie kary²⁷.

Dobrowolne raportowanie pomaga szybciej zidentyfikować zagrożenia ponieważ przekłada się na ich natychmiastową eliminację. Natomiast po zaistnieniu usterki, czy sytuacji awaryjnej potrzebna jest refleksja i analiza tego co w tej sytuacji należałoby zrobić, aby nie doszło do wystąpienia podobnego zagrożenia. Aby ten cel został osiągnięty konieczne jest zbieranie danych o sytuacjach awaryjnych, ich przechowywanie, wymiana, rozpowszechnianie i ochrona, co jest kluczowym elementem procesu zarządzania informacjami. To w przyszłości ograniczy ryzyko wystąpienia potencjalnych błędów, a w konsekwencji przyczyni się do podniesienia bezpieczeństwa lotów²⁸.

Rys. 5. Proces zarządzania informacjami



Rys. 114. Fazy prowadzenia oceny poziomu ryzyka (US Air Force)

Źródło: E. Klich, *Bezpieczeństwo lotów*, Radom 2011, s. 207.

HFFM Model

Model lejka czynnika ludzkiego (Human Factors Funnel Model) przedstawia w graficzny sposób czynniki, które mają znaczący wpływ na działania personelu latającego w badaniach nad bezpieczeństwem lotów. Model opiera się na wymieszaniu w lejku składników, zarówno zewnętrznych-pochodzących

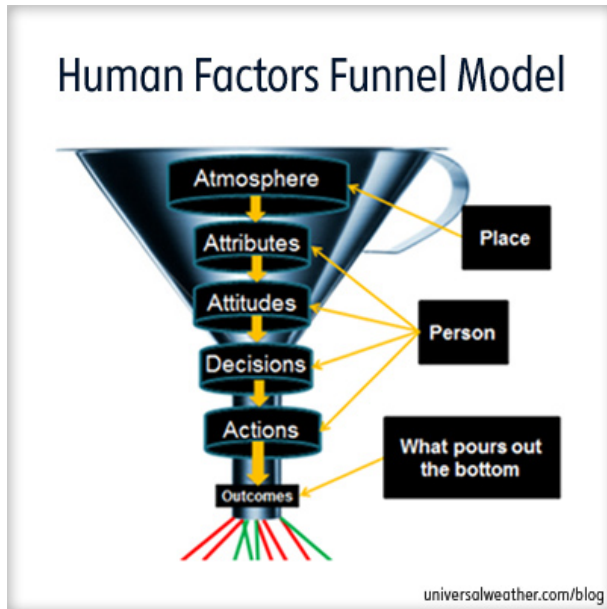
²⁷ M. Jemielniak używa sformułowania „just culture” w stosunku do dobrowolnego raportowania o zdarzeniach lotniczych. M. Jemielniak, *Zmagania...*, s.17. Autor zauważa również, że polskie prawo lotnicze (art. 212 ustawy) nie zapewnia niekaralności za naruszanie przepisów prawa lotniczego, co jest zagrożone karą pozbawienia wolności do lat 5.

²⁸ Dyrektywa 2003/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 czerwca 2003 r. w sprawie zgłaszania zdarzeń w lotnictwie cywilnym.

z organizacji, jak i wewnętrznych-wrodzonych cech indywidualnych pracownika, które w efekcie końcowym indukują powstawanie błędów jako konsekwencji niewłaściwych praktyk prowadzących do naruszenia bezpieczeństwa lotu.

Pierwszym i najbardziej obszernym składnikiem w lejku jest atmosfera, w której funkcjonuje pilot. Jest to szeroki kontekst odnoszący się głównie do organizacji, atmosfery w miejscu pracy wynikającej z kultury organizacyjnej, który współtworzy powstawanie „dobrych” lub „złych” praktyk, a także precedensów w działaniu zgodnie z procedurami. Kolejny składnik (attributes), to wrodzone cechy mające wpływ na jednostkę lub pracę w zespole. Attitudes, czyli nastawienie lub stosunek do drugiej osoby, które zdarza się, że bywa dynamiczne i zakłóca współpracę w załodze i jednocześnie może wpływać na podejmowane decyzje (decisions), które są trafne, bądź też nie. Nietrafione decyzje podjęte w cockpicie w sytuacji silnego stresu są nader często cytowane przy okazji omawiania poważnych incydentów i wypadków lotniczych na całym świecie.

Rys. 6. Model lejka czynnika ludzkiego. (Human Factors Funnel Model)



Źródło: R. I. Baron, *The Human Factors Funnel Model (HFFM): Another Window on Error Causation*, The Aviation Consulting Group 2011, s. 2.

Zarządzanie Systemem Bezpieczeństwa (SMS)

Dynamiczny rozwój branży lotniczej, a konsekwencji, wzrost liczby wypadków i incydentów stworzył potrzebę zmiany sposobu pojmowania bezpieczeństwa. Zmianie uległa perspektywa zgodnie z którą pierwotnie aż do lat 70. bezpieczeństwo oznaczało brak wypadków lub poważniejszych incydentów, natomiast ich brak lub obecność stanowił swoisty wskaźnik bezpieczeństwa.

Od połowy lat 90-tych zarządzanie bezpieczeństwem lotniczym stało się procesem organizacyjnym, który jest traktowany jako jedna z podstawowych funkcji biznesu, za który odpowiedzialność ponosi personel na najwyższych szczeblach organizacji. Jak już wcześniej wspomniano, cały system opiera się na rutynowym zbieraniu i analizie danych operacyjnych gromadzonych przez personel operacyjny, co ma charakter prewencyjny (ang. *proactive*)²⁹.

Powyższe działania są jednym z elementów systemu zarządzania bezpieczeństwem³⁰ (z j.ang. SMS – *Safety Management System*).

Termin ten jest podstawowym pojęciem używanym w branżowych podręcznikach (z j. ang. *manuals*) poświęconym działalności operacyjnej sektora lotniczego wprowadzonym przez międzynarodowe i krajowe instytucje sprawujące nadzór nad światowym przemysłem lotniczym. Mowa tu o Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego (ICAO) (na poziomie światowym), Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA) i Europejskiej Organizacji ds. bezpieczeństwa żeglugi powietrznej (EUROCONTROL) (na poziomie unijnym), a także Urzędu Lotnictwa Cywilnego (ULC) na poziomie krajowym.

System zarządzania bezpieczeństwem jako długoterminowy plan utrzymania pod kontrolą ryzyk bezpieczeństwa mogących stanowić konsekwencje zagrożeń ma na celu identyfikację ryzyka/zagrożeń (z ang. *hazards*) zwiastujących niekorzystne zdarzenia oraz wprowadzenie adekwatnych środków łagodzenia ryzyka bezpieczeństwa (z ang. *safety risk mitigation*), zanim wystąpi zdarzenie zagrożone ryzykiem³¹. Wszystkie czynności związane z tym procesem są jawne i każdy ma do nich dostęp, gdyż są ujęte w dokumentacji statutowej organizacji.

Kluczowe elementy Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem to³²:

1. Polityka bezpieczeństwa i jej cele
 - 1.1 Zaangażowanie i odpowiedzialność Zarządu
 - 1.2 Odpowiedzialność w zakresie bezpieczeństwa
 - 1.3 Wyznaczenie personelu kluczowego dla systemu bezpieczeństwa
 - 1.4 Koordynacja planów reakcji w sytuacji kryzysowej
 - 1.5 Dokumentacja SMS
2. Zarządzanie ryzykiem
 - 2.1 Identyfikacja zagrożeń

²⁹ Faktycznie jednak dane o bezpieczeństwie z programów informowania stają się dostępne tylko wtedy gdy niedociągnięcia powodują incydent. Więcej: Op.cit., *Safety...*, s. 3-6.

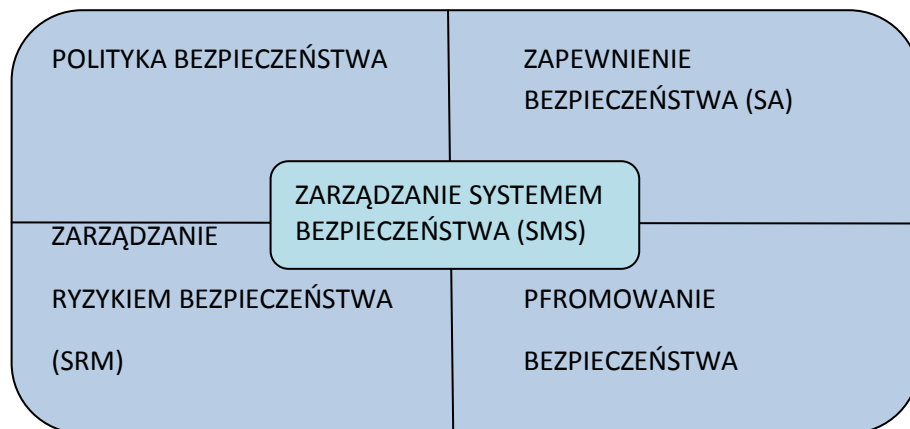
³⁰ Zgodnie z Załącznikiem 14 do *Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym. Lotniska*, wyd. 5, **System zarządzania bezpieczeństwem** oznacza systemowe podejście do zarządzania bezpieczeństwem, uwzględniające niezbędną strukturę organizacyjną, przypisanie odpowiedzialności, politykę oraz procedury.

³¹ *Safety...*, s. 7-4.

³² Więcej: *ACRP Report 1: Safety Management Systems for Airports Volume 2: Guidebook*, The Federal Aviation Administration, 2009, ss. 9-26.

- 2.2 Ocena i łagodzenie ryzyka
- 3. Zapewnienie bezpieczeństwa
 - 3.1 Monitorowanie realizacji założeń bezpieczeństwa i analiza
 - 3.2 Zarządzanie zmianami
 - 3.3 Kontynuacja usprawnienia SMS
- 4. Promowanie bezpieczeństwa
 - 4.1 Szkolenie i kształcenie
 - 4.2 Komunikacja w zakresie bezpieczeństwa

Rys. 7. Struktura Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS)



Źródło: *Safety Management System (SMS) Quick Reference Guide*, September 2013, http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs900/sms/media/newsletter/sms_qr_guide.pdf, z dn. 29.01.2014.

Model Shell

Elwin Edwards, teoretyk prowadzący działania w dziedzinie bezpieczeństwa, opracował w 1972r. model do analizy działań człowieka (pilota, załogi) i jego interakcji z innymi elementami tworzącymi szerszy kontekst, w którym funkcjonuje. Model Shell³³ obrazuje złożoność działań człowieka w systemie bezpieczeństwa lotów. Wizualizacja relacji pomiędzy różnymi składnikami i cechami systemu lotnictwa oparta jest na relacjach pomiędzy centralnym punktem -L (liveware oznaczającym czynnik ludzki-pilota samolotu, w stosunku do pozostałych składników modelu, gdzie:

(S) [ang. „Software”] oznacza oprogramowanie, system wspierających go działań w postaci procedur, szkoleń, instrukcji, publikacji, itp.);

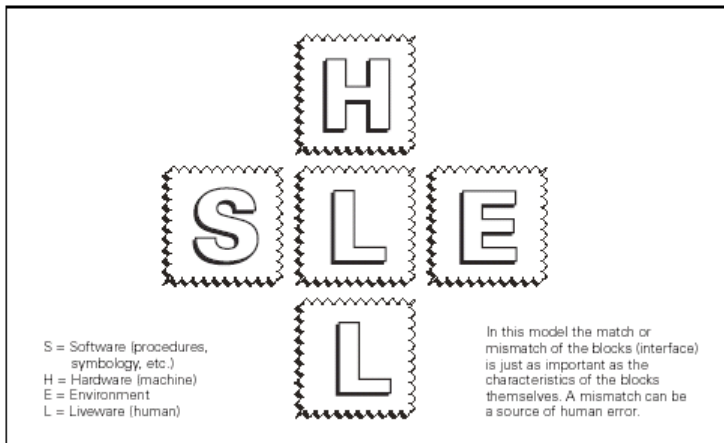
(H) [ang. „Hardware”] to sprzęt.(maszyny i wyposażenie);

³³ Symboliczne skojarzenie z łupiną, bądź muszlą która przecież pełni funkcję ochronną.

(E) [ang. „Environment”]-środowisko zarówno wewnętrzne odnoszące się do miejsca pracy (temperatura, poziom hałasu, oświetlenie, jak i zewnętrzne: widoczność, zjawiska atmosferyczne itp. Environment (E), to również szerszy kontekst społeczny, w którym funkcjonuje pilot, a więc np. wypoczynek, sen, sytuacja finansowa)

(L) [ang. „Liveware”]-czynniki ludzkie, czyli relacje pomiędzy pilotem, a załogą, kontrolerami ruchu lotniczego tworzące atmosferę w pracy kształtującą poziom bezpieczeństwa.

Rysunek 8. Model Shell



Źródło: <http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:shell-model>, z dn. 20.02.2014.

Prawidłowo układające się relacje utworzą całkowite dopasowanie pojedynczych elementów, co pozytywnie wpływa na poziom bezpieczeństwa. Z kolei niedopasowanie któregoś z elementów rodzi ryzyko wystąpienia potencjalnych zagrożeń w trakcie wykonywania operacji lotniczych, zmniejszając tym samym na bezpieczeństwo personelu oraz pasażerów.

Konkluzje

Wzrost poziomu rozwoju cywilizacyjnego oparty jest m.in. powszechnym przepływie ludzi, dóbr, usług oraz kapitału. Przepływ ten nie byłby możliwy bez funkcjonowania systemu lotniczego, który w chwili obecnej uznany jest za najbezpieczniejszą formę transportu osób i towarów. Oznacza to, że na przestrzeni zaledwie 100-u lat musiał dokonać się ogromny postęp w tej dziedzinie, tak by transport lotniczy mógł stać się masowym środkiem transportu. By tak się stało musiał wzrosnąć poziom bezpieczeństwa lotów, jako warunku *sine qua non* do tego by ludzkość uznała wynalazek braci Wright za kluczowy wynalazek XX w. Rzecz jasna dokonało uznanie to dokonało się w drodze ewolucji. Latanie samolotem stawało się coraz bardziej bezpieczne dzięki ogromnemu postępowi

technicznemu w tej dziedzinie w erze technicznej, czynnika ludzkiego oraz trwającej erze organizacyjnej. Oznacza to, że w tych okresach doskonalono najpierw same maszyny, a następnie obsługujących je ludzi tak by ograniczyć błąd ludzki, kończąc na organizacji lotów i całego otoczenia, w którym mają miejsce miliony operacji lotniczych. Proces podnoszenia bezpieczeństwa lotów angażuje bardzo liczne zespoły ludzi, którzy muszą być odpowiednio koordynowani, czyli zarządzani w ramach systemu zarządzania bezpieczeństwem. Nie jest to proces zakończony i nigdy nim nie zostanie, ponieważ tak długo jak człowiek będzie głównym operatorem, tak długo będą występować błędy i naruszenia procedur. Z punktu widzenia bezpieczeństwa lotów, ważne jest by te błędy nie kumulowały się z niekorzystnym czynnikiem pogodowym i nieprzewidzianą usterką techniczną, gdyż to, jak pokazała historia, może skończyć się katastrofą lotniczą.

Bibliografia

- ACRP Report 1: *Safety Management Systems for Airports Volume 2: Guidebook*, The Federal Aviation Administration, 2009.
- Baron R.L., *The Human Factors Funnel Model (HFFM): Another Window on Error Causation*, The Aviation Consulting Group 2011.
- Jancelewicz B., (red.), *Bezpieczeństwo i niezawodność w lotnictwie*, Toruń 2009.
- Jemielniak M., *Zmagania z ciągłym ryzykiem*, Przegląd Sił Zbrojnych, 1/2014.
- Klich E., *Bezpieczeństwo lotów*, Radom 2011.
- Klich E., *Bezpieczeństwo lotów w transporcie lotniczym*, Radom 2010.
- Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem*, (Wydanie drugie) Urząd Lotnictwa Cywilnego, 2009.
- Reason J., *Achieving a safe culture: theory and practice*, "Work & Stress", 1998, t. 12, nr 3. *Safety Management Manual*, ICAO 9859, 2009.
- Sikorski Cz., *Kultura organizacyjna*, Warszawa 2002.
- Wiener E.L., Kanki B.G., Helmreich R.L., *Cockpit Resource Management*, San DIEGO 1993.
- Zbiegień-Maciąg L., *Kultura w organizacji*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.
- Żylicz M., *Prawo lotnicze międzynarodowe, europejskie i krajowe*, Warszawa 2011.

Zasoby internetowe

- <http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:shell-model>, z dn.20.02.2014.
- http://www.altair.com.pl/news/view?news_id=1928, z dn. 25.03.2014.
- http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs900/sms/media/newsletter/sms_qr_guide.pdf, z dn. 29.01.2014.
- <http://www.raes-hfg.com/reports/21may09-Potential/21may09-JReason.pdf>, z dn. 4.02.2014.