

AUTOR

dr Małgorzata Lasota

m.lasota@akademia.mil.pl

Wydział Zarządzania i Dowodzenia, ASzWoj

## **CZYNNIK LUDZKI W WYBRANYCH MODELACH POWSTAWANIA WYPADKÓW LOTNICZYCH**

*Słowa kluczowe: czynnik ludzki w lotnictwie, modele niesystemowe, modele systemowe, modele związane z czynnikiem ludzkim*

### **Wstęp**

Opis pierwszego wypadku w przestworzach, którego przyczyną był czynnik ludzki dostarcza *Mitologia*, gdzie znajduje się mit o Dedalu i Ikarze. Król Minos, tak bardzo kochał Dedala, że nie pozwolił mu opuścić wyspy, pomimo tęsknoty Dedala za ojczyzną i jego usilnych próśb o pozwolenie na wyjazd. Wtedy Dedal wymyślił oryginalny sposób ucieczki. Skonstruował skrzydła z wosku i piór dla siebie i swojego syna Ikara, aby opuścić wyspę. Poinstruował Ikara o bezpiecznym sposobie poruszania się w powietrzu: *Pamiętaj, synu, żebyś zawsze latał środkiem, między morzem a niebem. Nie wolno ci zbyt wysoko szybować, gdyż gorąco promieni słonecznych roztopi wosk, który spaja skrzydła; ani nie zlatuj zbyt nisko, aby wilgocią wody nie nasiąknęły pióra*<sup>1</sup>. Procedura bezpieczeństwa dotyczyła wysokości wspólnego lotu ojca i syna: nie za wysoko, aby wosk się nie stopił i nie za nisko, bo pióra nasiąkną morską wodą, co w obu przypadkach groziło śmiercią. Jednak Ikar zafascynowany lotem, zapomniał o utrzymaniu prawidłowej wysokości: równo między niebem a ziemią i wzniósł się ku słońcu, coraz wyżej i wyżej. Wosk uległ stopieniu w promieniach słońca i nieszczęsny wpadł do morza, ginąc na miejscu. Przyczyną tej katastrofy było naruszenie przez Ikara procedury bezpieczeństwa, wyznaczonej przez konstruktora skrzydeł – jego ojca Dedala, związanej z nieutrzymaniem wysokości lotu i niewykonanie polecenia ojca. Współcześnie przyczyny wypadków lotniczych są wielopłaszczyznowe, natomiast wyżej wymieniony mit może być przykładem błędu ludzkiego w jego najczystszej postaci.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wybranych niesyste-

---

<sup>1</sup> J. Parandowski, *Mitologia. Wierzenia i podania Greków i Rzymian*, Warszawa, 1998, s. 180.

mowych i systemowych modeli<sup>2</sup> bezpieczeństwa lotów występujących w literaturze przedmiotu, w których występuje element czynnika ludzkiego. Wszystkie poniżej omówione modele powstały w celu wyjaśnienia przyczyn powstawania zdarzeń lotniczych. W każdym z tych modeli uwzględniony jest czynnik ludzki jako najbardziej zawodny element. Jako problemy badawcze postawiono następujące pytania szczegółowe:

- Jak definiowany jest czynnik ludzki w literaturze przedmiotu?
- Jakie modele niesystemowe powstały w okresie ostatnich stu lat?
- Jakie modele systemowe bezpieczeństwa lotów występują w literaturze przedmiotu i czy uwzględniają czynnik ludzki?

W celu rozwiązania tych problemów posłużono się analizą i syntezą wybranej literatury i netografii omawianej tematyki.

Przyczyny wypadków w lotnictwie są złożone, a na ich wystąpienie ma wpływ wiele czynników. Jeśli wypadek został spowodowany przez człowieka, czyli przyczyny wypadku tkwią w jego działaniu, to określane są jako wynikające z czynnika ludzkiego. Do pierwszej katastrofy lotniczej, w której zginął pilot, doszło w 1908 roku. W 1909 roku zginęło trzech pilotów, w 1910 roku – 30, w 1911 – 79, w 1912 – 143, w 1913 – 200<sup>3</sup>. Obecnie badania wskazują, że czynnik ludzki jest przyczyną 75% wypadków i incydentów lotniczych<sup>4</sup>.

## Pojęcie czynnika ludzkiego

Pojęcie *czynnik ludzki* oraz jego znaczenie dla bezpiecznego wykonywania zadań w lotnictwie, zostało dostrzeżone w czasie II wojny światowej, gdy w brytyjskich siłach powietrznych uznano, że straty ponoszone w walce z wrogiem są porównywalne ze stratami, które wynikają z różnorodnych błędów ludzkich<sup>5</sup>. Zaczęto dokładniej analizować to zjawisko i stwierdzono, że przyczyną wielu wypadków lotniczych była nieprawidłowa konfiguracja instrumentów pokładowych na tablicy przyrządów w kokpicie. Właśnie to

---

<sup>2</sup> Model to pojęcie oznaczające obiekt, którego analiza lub obserwacja umożliwia poznawanie cech innego (modelowanego) zjawiska, procesu lub obiektu. Teoria natomiast to zespół definicji, twierdzeń i hipotez, dotyczących danej dziedziny zjawisk, tworzący rzeczowo powiązaną oraz logicznie uporządkowaną spójną całość. W stosunku do opisywanych modeli w literaturze przedmiotu używane są właściwie zamiennie pojęcia: model i teoria. Jednakże, zdaje się, że nazywanie modeli teoriami jest nadużyciem. W związku z tym w niniejszym artykule używane będzie słowo: model. Definicje zaczerpnięto z *Encyklopedii Powszechnej PWN*, s. 520 i 863.

<sup>3</sup> R. Makarowski, *Czynnik ludzki w lotnictwie*, Przegląd Psychologiczny, 2012, tom 55, nr 3, s. 305.

<sup>4</sup> D. Beauty, *Pilot Naga prawda Czynniki ludzki w katastrofach lotniczych*, Warszawa, 1995, s. 206.

<sup>5</sup> J. Dąbrowska, *Czynnik ludzki w lotnictwie*, Prace Instytutu Lotnictwa 221, Warszawa, 2011, s. 66.

stwierdzenie dało początek nauce o czynniku ludzkim, którą żartobliwie nazywano: *nauką o przyciskach, pokrętłach i suwakach*<sup>6</sup>.

Podkreślić należy, że nie ma wyraźnie zaznaczonej różnicy pomiędzy pojęciami: *czynnik ludzki* i *ergonomia*. W Wielkiej Brytanii działa od 1949 roku Towarzystwo Ergonomiczne, natomiast w Stanach Zjednoczonych od 1957 roku Towarzystwo Czynniki Ludzkie i Ergonomii i obie organizacje zajmują się tym samym<sup>7</sup>. Aktualnie, można wyróżnić rozbieżności pomiędzy omawianymi terminami. Pojęcie czynnik ludzki używane jest do analizy błędów operatorskich, ale nie jako błędów technicznych czy usterki maszyny, lecz błędów, które są nieprzewidywalne. W tym kontekście nieadekwatne wydaje się pojęcie ergonomii, gdyż opisywana sytuacja związana jest z człowiekiem i jego właściwościami psychofizjologicznymi.

Ergonomia odgrywa ważną rolę w dziedzinie bezpieczeństwa lotnictwa, bo pozwala na minimalizowanie błędów ludzkich spowodowanych, między innymi: źle zainstalowanymi urządzeniami, otaczającym środowiskiem albo złą organizacją pracy. Tak więc, głównym przedmiotem projektowania ergonomicznego są relacje, które zachodzą pomiędzy człowiekiem a strukturą techniczną. Efektem tego może być, na przykład posiadanie sprzętu prostego w obsłudze, który pozwala na minimalizowanie błędów ludzkich.

Pojęcie: *czynnik* rozumiane jest jako element, którego funkcja polega na determinowaniu czegoś, czyli *czynnik* jest determinantem. *Słownik Wyrazów Obcych* określa słowo *determinant* jako: *czynnik powodujący określone działanie, powodujące coś*<sup>8</sup>. W podobny sposób termin: *determinant*, definiowany jest przez *Słownik Języka Polskiego* jako: *parametr określający, wyznaczający coś, wpływający w zasadniczy sposób*<sup>9</sup>. Słowo: *ludzki*, oznacza: *dotyczący człowieka*.

R. Makarowski zdefiniował czynnik ludzki w lotnictwie jako: *działanie lub jego zaniechanie przez pilota, osoby z obsługi lotniczej, ale i innej osoby w relacji człowiek – środowisko lotnicze. Pod pojęciem czynnika ludzkiego w wypadkach lotniczych należy rozumieć nieadekwatne działanie człowieka, skutkujące katastrofą, wypadkiem lub incydentem lotniczym*<sup>10</sup>.

Trudno zgodzić się z drugą częścią definicji, gdyż nie jest ona zgodna z definiowaniem wypadku lotniczego. W istniejących dokumentach prawnych Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego, wypadkiem lotniczym jest zdarzenie związane z eksploatacją statku powietrznego, które zachodzi od momentu wejścia na pokład statku powietrznego jakiegokolwiek

---

<sup>6</sup> R. Makarowski, *Czynnik ludzki...*, s. 306.

<sup>7</sup> Tamże.

<sup>8</sup> *Słownik Wyrazów Obcych*, Warszawa, 2001, s. 178.

<sup>9</sup> <http://sjp.pl/determinant> [dostęp: 10.09.2016].

<sup>10</sup> R. Makarowski, *Czynnik ludzki...*, s. 321.

osoby z zamiarem odbycia lotu, aż do opuszczenia pokładu przez tę osobę, w którym:

- osoba poniosła śmierć lub doznała poważnych obrażeń ciała,
- statek powietrzny został uszkodzony lub zniszczony strukturalnie,
- statek powietrzny zaginął albo dostęp do niego jest całkowicie uniemożliwiony<sup>11</sup>.

Natomiast w Instrukcji Bezpieczeństwa Lotów Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej można znaleźć definicje i klasyfikację poszczególnych zdarzeń lotniczych. Ciężkim wypadkiem lotniczym jest m.in. katastrofa, zdefiniowana jako: *zdarzenie lotnicze, którego następstwem jest śmierć, obrażenia ciała ze skutkiem śmiertelnym lub uznanie za zaginioną, gdy akcja poszukiwawcza została zakończona, jakiegokolwiek osoby, która znajduje się na pokładzie statku powietrznego. Wyłączone zostały przypadki śmierci i obrażeń ciała powstałych z przyczyn naturalnych lub wywołanych przez uszkodzowanego*<sup>12</sup>.

Biorąc pod uwagę definiowanie wypadku lotniczego występujące w literaturze przedmiotu, druga część definicji powinna brzmieć: (...) *skutkujące wypadkiem lub incydentem lotniczym*. Zgodzić się należy, że po tej poprawce definicja jest wartościowa.

Kolejna definicja określa czynnik ludzki jako: możliwości i ograniczenia człowieka w miejscu pracy, na które ma wpływ wiele elementów. Należą do nich komunikacja interpersonalna, współpraca, stosowane wyposażenie techniczne, procedury i przepisy prawa<sup>13</sup>. Nauka o czynniku ludzkim jest interdyscyplinarna i korzysta z osiągnięć innych nauk, takich jak: psychologia, fizjologia, biologia, medycyna, socjologia, ergonomia, statystyka i innych.

Jeszcze inną definicję czynnika ludzkiego, czy raczej czynników ludzkich (literatura anglojęzyczna używa określenia: *human factors* - *czynniki ludzkie*, które można również spotkać w literaturze polskiej), zawiera *Podręcznik szkolenia na temat czynników ludzkich* Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego: czynniki ludzkie optymalizują międzyludzkie relacje oraz działalność człowieka poprzez rozwój nauk humanistycznych, społecznych, technicznych i ścisłych oraz związków pomiędzy tymi naukami. Działalność ludzka rozumiana jest jako: komunikacja pomiędzy osobami i grupami oraz ich zachowania. Powyższa definicja skonstruowana została przez profesora Elwyna Edwardsa w 1972 roku. W późniejszych

---

<sup>11</sup> Załącznik 13 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym *Badanie wypadków i incydentów statków powietrznych*, Wydanie dziesiąte, ICAO, 2010, s. 1.

<sup>12</sup> *Instrukcja Bezpieczeństwa Lotów Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej*, MON, Poznań, 2015, s. 134.

<sup>13</sup> S. W. Szajnar, *Czynnik ludzki w obsłudze urządzeń technicznych*, Warszawa, 2010, s. 10.

latach E. Edwards rozszerzył relacje i interakcje zachodzące pomiędzy osobami, grupami i organizacją, w której dane jednostki i grupy pracują<sup>14</sup>.

Na potrzeby artykułu przyjęto następującą definicję: *czynnik ludzki w lotnictwie to takie działanie człowieka lub jego brak, które determinuje wystąpienie incydentu lub wypadku lotniczego.*

## **Modele bezpieczeństwa lotów dotyczące czynnika ludzkiego**

W literaturze przedmiotu spotkać można wiele modeli związanych z czynnikiem ludzkim. Ewolowały one na przestrzeni lat, co związane jest z postępem nauki i techniki, w szczególności z rozwojem nauk medycznych, psychologii, socjologii, nauk o bezpieczeństwie, zarządzaniu, nauk społecznych i technicznych na przełomie XX i XXI wieku. W związku z tym, że w czynniku ludzkim upatruje się przyczyny około 70-80%<sup>15</sup> wypadków w lotnictwie, to badacze zajmujący się problemem, próbowali doprecyzować, dlaczego występuje tak wysoki udział czynnika ludzkiego.

Modele bezpieczeństwa lotów można podzielić na niesystemowe i systemowe, a w każdym z nich występuje aspekt czynnika ludzkiego.

### **1. Modele niesystemowe**

Modele, które skupiają uwagę tylko i wyłącznie na osobowości człowieka i jego zachowaniu w sytuacji normalnej i awaryjnej, analizują czynnik ludzki i wyjaśniają udział tego czynnika w powstawaniu wypadków lotniczych jedynie w odniesieniu do jednostki, to modele niesystemowe. Ich twórcy skupiają się na wyjaśnieniu podatności albo skłonności do wypadków, która tkwi w osobowości człowieka. Przyczyn wypadków lotniczych należy, według autorów tych modeli, szukać w błędach pilotów, gdyż to pilot wykonuje dany rejs i całkowicie odpowiada za podejmowane decyzje.

### **2. Model Karla Marbe'go**

Niemiecki psycholog Karl Marbe w 1926 roku opisał model, uważany za niesystemowy, w książce pod tytułem *Praktyczna psychologia wypadków i wypadków przy pracy*. Uważał, że człowiek, który już był sprawcą bądź ofiarą wypadku, szybciej ulegnie kolejnemu wypadkowi. W przypadku osoby, która nigdy nie doświadczyła wypadku, istnieje niewielkie prawdopodobieństwo, że ofiarą lub sprawcą wypadku zostanie<sup>16</sup>. Karl Marbe uważał, że istnieje grupa ludzi, mająca psychofizyczne predyspozycje, aby

---

<sup>14</sup> *Human Factors Training Manual* Doc. 9683 – AN/950, First Edition – 1998, ICAO, s. 2.

<sup>15</sup> O. Truszczyński, A. Tarnowski, M. Biernacki, *Czynnik ludzki w wypadkach lotniczych*, nr 3/2008, Bellona, s. 104.

<sup>16</sup> E. Klich, *Bezpieczeństwo lotów*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Radom, 2011, s. 32.

ulegać nieszczęśliwym zdarzeniom. Autor nazwał ich *pechowcami* lub *wypadkowiczami* i twierdził, że można ich spotkać w każdym zawodzie. Jednocześnie uważał, że jedynym sposobem na eliminowanie takich pechowych osób jest wykrywanie w ich osobowościach skłonności do wypadków poprzez przeprowadzanie badań psychologicznych i usuwanie tych osób z zawodów, gdzie łatwo o wypadki<sup>17</sup>. Model Marbe'go wywołał szeroką dyskusję wśród naukowców, ale nie został nigdy potwierdzony naukowo. Ciekawym następstwem tego modelu było powstanie tak zwanej *teorii pechowców*, czyli teorii, według której istnieją osoby pechowe, które mają szczególne skłonności do powodowania awarii i wypadków.

### 3. Model P. Rippona

Równie ciekawym modelem niesystemowym, jest model z 1928 roku P. Rippona, który wprowadził do literatury pojęcie osobowości wypadkowicza. Dotyczy ono tych pilotów, którzy popełniali błędy w czasie lotów. P. Rippon założył, że istnieje związek między skłonnością do wypadków, a osobowością i stylem życia człowieka i jego sytuacją życiową. Piloci, którzy popełniali błędy w locie, podejmowali również błędne decyzje w sferach prywatnych. Popełniali błędy związane z lataniem oraz w życiu osobistym. Tak więc, jeśli dana osoba charakteryzowała się takimi cechami charakteru jak: niechlujność, nieodpowiedzialność, brawura, to należało przypuszczać, że te cechy wykaże również w czasie lotu. E. Klich charakteryzował ten model słowami: *pilot lata tak, jak żyje*<sup>18</sup>.

### 4. Model Franka P. Mckenny

Kolejnym, ale zdecydowanie bardziej współczesnym modelem bezpieczeństwa lotów, powstałym w latach 80. XX wieku, biorącym pod uwagę czynnik ludzki jest model brytyjskiego profesora Franka P. Mckenny, który twierdził, że skłonność do wypadków uwarunkowana jest osobowościowo i tkwi w pewnego rodzaju ograniczeniach sprawności, adaptacji lub przetwarzania procesów informacyjnych. F. P. Mckenna, badając kierowców, zwrócił uwagę, że osoby młode w wieku 14-18 lat są bardziej skłonne powodować wypadki i jest to związane ze zmianami hormonalnymi i społecznymi, jakie zachodzą w wieku dojrzewania i dorastania. Kolejne czynniki, które mają wpływ na powodowanie wypadków, według tego autora, stanowią cechy charakteru takie jak: impulsywność, wybuchowość, zachowania antyspołeczne<sup>19</sup>.

### 5. Model Skills – Rules – Knowledge J. Rasmussena

Model S – R – K, J. Rasmussena został opracowany w 1996 roku i związany jest z postawami, które człowiek przyjmuje w sytuacji problemowej.

---

<sup>17</sup> <http://osha.europa.eu> [dostęp: 13.03.2016].

<sup>18</sup> E. Klich, *Bezpieczeństwo lotów...*, s. 32.

<sup>19</sup> <http://thepsychologist.bps.org.uk> [dostęp: 13.12.2017].

*Skills* – wyćwiczone umiejętności lub nawyki, to postawa, która opiera się na własnym doświadczeniu, nabytym w trakcie szkolenia, najczęściej symulatorowego. Jest to reakcja natychmiastowa, trwająca ułamki sekund bądź sekundy. Jest ona bardzo istotna i przydatna w działaniu w sytuacjach awaryjnych, gdy czas na odebranie bodźca i podjęcie decyzji jest dramatycznie ograniczony. Jednak w sytuacjach nieznanymi, nowych, dana osoba nie jest w stanie zastosować tych umiejętności.

*Rules* – zasady, przepisy, to postawa, której źródłem są instrukcje, przepisy, regulaminy, listy kontrolne. W lotnictwie korzystanie z procedur jest koniecznością, gdyż w sytuacji normalnego lotu pozwala na uniknięcie wielu błędów. Natomiast w sytuacji awaryjnej, czyli w warunkach działania pod presją i w stresie oraz w deficycie czasu, pozwala na sprawne odnalezienie odpowiedniej instrukcji postępowania i podjęcie odpowiednich decyzji, co zwykle trwa od jednej do dwóch minut.

*Knowledge* – wiedza, dotyczy postawy, gdy człowiek nie posiada umiejętności ani instrukcji postępowania w danej sytuacji i próbuje rozwiązać tę sytuację czy podjąć decyzję co do sposobu postępowania. Jest to długotrwały sposób rozwiązywania problemów.

Istotą modelu S – R – K jest wykorzystywanie w pracy zawodowej przez pilotów każdej z trzech postaw w zależności od czasu na wykonanie zadania i posiadanej wiedzy. Ideałem byłoby, gdyby piloci byli w stanie wykorzystywać każdą z postaw w zależności od zaistniałej sytuacji, czyli w przypadku braku czasu posiadali stosowne umiejętności, aby szybko rozwiązać problem. Natomiast, gdy ilość czasu jest wystarczająca, podjęcie decyzji może odbywać się w dłuższym okresie<sup>20</sup>.

### **6. Model Ryszarda Makarowskiego**

Model czynnika ludzkiego w lotnictwie według R. Makarowskiego bierze pod uwagę związek stresu i ryzyka w lotnictwie. Ryzyko rozumiane jest jako stymulujące, czyli mające motyw przyjemnościowy i instrumentalne, służące osiągnięciu jakiegoś ważnego celu. Ryzyko stymulacyjne podejmowane jest w celu doznania pozytywnych emocji i służy pobudzeniu organizmu, np. w czasie uprawiania sportów ekstremalnych. Ryzyko to cechuje niski poziom samokontroli.

Ryzyko instrumentalne jest kontrolowane i traktowane jako element osiągnięcia danego celu. Autor teorii wybrał ryzyko do przeprowadzonych badań, gdyż każdy lot kończy się niewiadomą, niepewnością bezpiecznego lądowania. Tak więc, lotnictwo związane jest z zagrożeniem utraty cennych wartości: życia czy zdrowia.

Na indywidualną percepcję ryzyka wpływają czynniki osobowościowe i sytuacyjne.

---

<sup>20</sup> R. Makarowski, *Czynnik ludzki...*, s. 215-216.

Drugim elementem, na który została zwrócona uwaga, to stres rozumiany jako bodziec, relacja lub proces występujący w sytuacji napotkania przeszkody, zaburzające funkcjonowanie danej osoby. Stres to reakcja na sytuację trudną, oceniana przez jednostkę jako bardzo obciążająca czy przekraczająca możliwości poradzenia sobie w danej sytuacji. Każdy człowiek ma inne możliwości radzenia sobie w sytuacjach stresujących, gdyż możliwości te zależą od: inteligencji, uzdolnień, wiedzy, temperamentu, doświadczenia w sytuacjach wywołujących stres, umiejętności radzenia sobie ze stresem, a nawet cech wyglądu fizycznego oraz aktualnego stanu fizycznego i psychicznego jednostki.

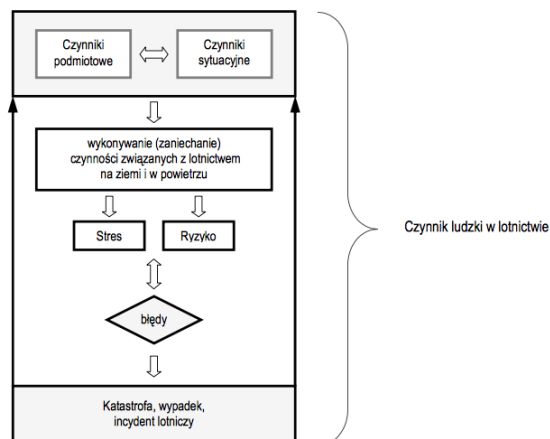
Według R. Makarowskiego, jeśli poziom ryzyka w czasie lotu zwiększa się, to poziom stresu również wzrasta. Aspekt ryzyka i stresu oceniany jest subiektywnie i dotyczy oceny sytuacji w określonym momencie. Może również wystąpić relacja odwrotna: stres – ryzyko, jeśli pilot doświadczy stresu z powodu istniejących zasobów: chorób, problemów rodzinnych czy finansowych, zmęczenia, niewyspania, to wzrasta ryzyko normalnego funkcjonowania. Skutkiem pogarszającego się funkcjonowania jest możliwość popełniania błędów. Tak więc ryzyko i stres, czy to subiektywny, czy obiektywny, wpływa na popełnianie błędów, wpływa na człowieka. Popełnianie błędów może doprowadzić do wystąpienia wypadku czy incydentu.

R. Makarowski rozumie czynnik ludzki jako działanie lub zaniechanie tego działania przez pilota, mechanika, kontrolera ruchu lotniczego lub innej osoby w relacji: człowiek a środowisko lotnicze. Sytuacja normalna zmienia się w trudną czy zagrażającą poprzez wystąpienie czynników: stresu i ryzyka. Czynnik ludzki w omawianej teorii odnosi się nie tylko do wszystkich osób związanych z lotnictwem na ziemi i w powietrzu, niekoniecznie zawodowo (autor wymienia również terrorystę)<sup>21</sup>. Model czynnika ludzkiego w lotnictwie przedstawia rysunek 1.

---

<sup>21</sup> R. Makarowski, *Czynnik ludzki...*, s. 311-314.





Źródło: R. Makarowski, *Czynnik ludzki w lotnictwie*, Przegląd Psychologiczny, 2012, tom 55, nr 3, s. 313.

**Rys. 1. Model czynnika ludzkiego w lotnictwie wg R. Makarowskiego**

Modele niesystemowych bezpieczeństwa lotów, dotyczących czynnika ludzkiego w lotnictwie, jest znacznie więcej. Zdaniem autorki, wyżej wymienione zasługują na szczególną uwagę. Modele niesystemowe obejmują badaniami tylko jeden element - czynnik ludzki. Nieprawidłowe działanie człowieka bądź jego brak stanowią przedmiot badań tych modeli. Modele niesystemowe powstające na początku XX wieku nigdy nie zostały potwierdzone.

Bezpieczeństwo lotów zależy od wielu czynników. W celu wyjaśnienia przyczyn wypadków należy brać pod uwagę: warunki pogodowe, trudność wykonywanego zadania, obecność systemów wspomagających lub ich brak, zarządzanie i inne. Podczas badania wypadków i incydentów lotniczych najprościej określić błędy pilotów, trudniej wykryć błędy tkwiące w systemie, do których należą m.in. nadmierne obciążenie pracą, niewystarczające środki finansowe na szkolenie załóg czy zakup odpowiednich statków powietrznych.

Liczba czynników, które warunkują bezpieczne wykonanie lotu, spowodowała zwrócenie uwagi na systemowe podejście do problematyki bezpieczeństwa lotów.

## 7. Modele systemowe

Modele systemowe bezpieczeństwa lotów dotyczące czynnika ludzkiego to modele, które zajmują się funkcjonowaniem człowieka w systemie, czyli układzie elementów powiązanych ze sobą. W każdej brany jest pod uwagę czynnik ludzki jako jeden element składowy systemu.

## 8. Model SHEL E. Edwardsa

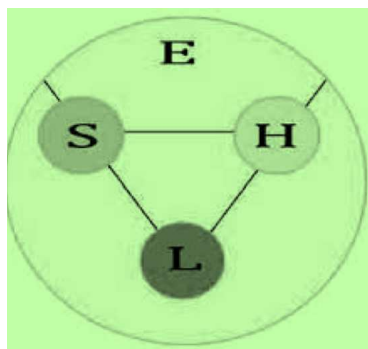
Jednym z modeli systemowych jest model SHEL Elwyna Edwardsa z 1972 roku. Swoją nazwę zawdzięcza, pierwszym literom elementów składowych w języku angielskim.

**S** – *software* – niematerialne elementy systemu, oznacza przepisy, procedury, prawo, których stosowanie w praktyce determinuje bezpieczeństwo.

**H** – *hardware* – materialne elementy systemu, czyli statek powietrzny, jego stan techniczny, urządzenia wspomagające, ostrzegawcze, automatyka, łatwość w obsłudze i inne. Hardware to również technika i tu należy wymienić wszystkie urządzenia techniczne wykorzystywane w lotnictwie.

**E** – *environment* – środowisko, naturalne i sztuczne. Edwards zwrócił uwagę również na środowisko pracy, w którym funkcjonują wszystkie osoby zaangażowane.

**L** – *liveware* – człowiek jako operator i cechy jego osobowości, stan zdrowia, ograniczenia, styl życia, kierowanie i nadzór osób zarządzających organizacją oraz współdziałanie pomiędzy nimi, również czynnik ludzki, czyli działanie człowieka bądź jego brak prowadzące do wypadku.



Źródło: E. Edwards, *Man and Machine: Systems for Safety*, British Airline Pilot Association, London, 1972, s. 4-11.

### Rys. 2. Schemat bezpieczeństwa lotów wg Elwyna Edwardsa, model SHEL

Schemat graficzny ilustruje trzy elementy: *liveware*, *hardware* i *software* z zachodzącymi pomiędzy nimi interakcjami i zanurzonymi w środowisku (E): naturalnym, sztucznym i pracy. Jeśli nieprawidłowemu działaniu ulegnie jeden element, to będzie to miało wpływ na pozostałe. Zdaniem E. Edwardsa, teoria może zostać użyta do wyjaśniania i kontroli błędów, gdyż można je przyporządkować do jednej z wymienionych kategorii<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> E. Edwards, *Man and Machine: Systems for Safety*, British Airline Pilot Association, London, 1972, s. 4-11.

Autor modelu zwraca szczególną uwagę na relacje zachodzące pomiędzy poszczególnymi elementami systemu: procedurami, statkiem powietrznym i człowiekiem. Jeśli dochodzi do jakiegokolwiek zmiany w jednym komponencie, to ma to wpływ na pozostałe elementy systemu.

### 9. Model SHELL F. H. Hawkinsa

Model SHELL rozwinął w 1975 roku kapitan Frank H. Hawkins, który nie tylko dodał jeden element, ale inaczej przedstawił schemat graficzny swojego modelu, co wiąże się z całym funkcjonowaniem systemu według autora. Model SHELL<sup>23</sup> służy do obrazowania relacji pomiędzy poszczególnymi elementami systemu. Model Hawkinsa kładzie nacisk na punkty, gdzie stykają się ludzie z innymi składnikami systemu. Nazwa modelu SHELL wywodzi się od początkowych liter jego pięciu składników:

**Software** – oprogramowanie – procedury, szkolenie, wsparcie;

**Hardware** – sprzęt – maszyny i wyposażenie techniczne;

**Environment** – środowisko – naturalne, sztuczne i pracy;

**Liveware** – czynnik ludzki – działanie lub jego brak ludzi bezpośrednio zaangażowanych w operacje lotnicze;

**Liveware** – czynnik ludzki – działanie lub jego zaniechanie innych osób w miejscu pracy, komunikacja, CRM.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: F. H. Hawkins, *Human Factors in Flight*, Ashgate, 1987, s. 10.

Rys. 3. Schemat modelu SHELL Hawkinsa z 1975 roku

Model SHELL jest kluczem do zrozumienia czynnika ludzkiego w lotnictwie, ponieważ obrazuje relacje zachodzące pomiędzy poszczególnymi

---

<sup>23</sup> F. H. Hawkins, *Human Factors in Flight*, Ashgate, 1987, s. 6-27. Kapitan Frank H. Hawkins – konsultant w dziedzinie czynnika ludzkiego w liniach lotniczych KLM, pracował przez 30 lat jako pilot i kapitan.

elementami systemu, w którym funkcjonuje lotnictwo. W samym centrum znajduje się czynnik ludzki, związany z działaniem lub jego brakiem osób bezpośrednio zaangażowanych w operacje lotnicze, czyli członków załóg.

Pamiętać należy, że teorię SHELL można interpretować w znaczeniu wąskim i szerokim. Biorąc pod uwagę znaczenie wąskie w środkowej części czynnik ludzki będzie stanowiło działanie kapitana danego statku powietrznego, natomiast czynnik ludzki - L – w dolnej części schematu będzie związane z działaniem podejmowanym przez pierwszego oficera. Biorąc pod uwagę szerokie znaczenie, w środkowej części znajdziemy działanie bądź jego brak całej załogi, a w dolnej wszystkich innych zaangażowanych w proces lotnictwa.

Istotne jest, że poszczególne składniki schematu graficznego nie mają równych granic poszczególnych bloków, są one połałdowane. Takie przedstawienie graficzne związane jest ze zróżnicowaniem, jakie wykazują ludzie w miejscu pracy. Człowiek ma wysokie zdolności adaptacyjne, ale niemożliwe jest działanie na tym samym poziomie przez cały czas. Działanie człowieka zależy od wielu czynników, które związane są na przykład z nastrojem, zmęczeniem czy ilością snu. Inne istotne czynniki to: wykształcenie, wiedza, umiejętności, postawa, kultura, podatność na stres. Chodzi o to, że człowiek nie pracuje jak maszyna, ponieważ jego działanie zależy od aktualnego zdrowia i samopoczucia fizycznego i psychicznego oraz czasu, który ma na wykonanie danej czynności. Tak więc krawędzie bloków nie mogą być równe i proste. Połałdowane krawędzie podkreślają fakt, że człowiek nie oddziałuje idealnie ze środowiskiem, procedurami, innymi osobami i sprzętem technicznym.

Doskonałym przykładem jest tutaj opis dochodzenia prowadzonego przez NTSB (National Transportation Safety Board) po wodowaniu na rzece Hudson w Nowym Jorku, które odbyło się w dniu 15 stycznia 2009 roku. Loty przeprowadzane na symulatorach kończyły się sukcesem i wskazywały, że kapitan Chesley Sullenberger mógł wylądować na lotniskach: La Guardia lub Tetenboro, które były sugerowane przez kontrolerów ruchu lotniczego jako lotniska awaryjne. Jednakże, gdy śledczy wzięli pod uwagę czynnik ludzki, czyli w tym wypadku ograniczenia człowieka związane z czasem potrzebnym na odbiór informacji o awarii obu silników i podjęciu decyzji o dalszym działaniu, który wyniósł 35 sekund, okazało się, że lot na którekolwiek z lotnisk i lądowanie na nich, nie był możliwy. Wykonane loty na symulatorach, po dodaniu 35 sekund na odbiór informacji o awarii silników i podjęciu decyzji, zakończyły się skutkami katastrofalnymi. Komisja uznała, że decyzja kapitana o lądowaniu na rzece była najlepszą możliwą do podjęcia, gdyż dawała najwyższe prawdopodobieństwo przeżycia wszystkich uczestników lotu<sup>24</sup>. Biorąc pod uwagę czynnik ludzki, należy

---

<sup>24</sup> National Transportation Safety Board, *Loss of Thrust in Both Engines After Encountering a Flock of Birds and Subsequent Ditching on the Hudson River US Airways Flight*

stwierdzić, że działanie człowieka ograniczone jest poprzez wiele czynników w przeciwieństwie do komputera, który można zaprogramować i wtedy maszyna nie potrzebuje czasu na podejmowanie decyzji.

Wracając do teorii SHELL, jej istotą są zależności zachodzące pomiędzy poszczególnymi elementami. Zostaną one omówione poniżej.

*Liveware* – czynnik ludzki, który występuje w centralnym miejscu stanowi działanie człowieka, na którego jakość pracy wpływ mają następujące czynniki<sup>25</sup>:

- fizyczne, do których należą: wzrost, waga, siła, wzrok, słuch, itp.;
- fizjologiczne, takie jak: sprawność, wytrzymałość, ogólne zdrowie, choroby przebyte i trwające, alergie, palenie tytoniu, spożywanie alkoholu, zażywanie narkotyków i inne;
- psychologiczne, które stanowią: wiedza, doświadczenie zawodowe i życiowe, obciążenie pracą, umiejętność pracy pod presją czasu itp.;
- psychospołeczne, wynikające z funkcjonowania człowieka w systemie społecznym, mogą to być: problemy osobiste, finansowe, stres w domu, rozwód, narodziny dzieci, śmierć w rodzinie, w pracy: kłótnia z przełożonym albo z kolegami i inne.

Środkowy element schematu SHELL współpracuje z innymi elementami.

**L – H - *Liveware* – *Hardware***, czynnik ludzki – sprzęt, to komunikacja i współdziałanie człowieka ze statkiem powietrznym, jego wyposażeniem oraz możliwości człowieka do przetwarzania informacji i jego zdolności adaptacyjne.

**L – S - *Liveware* – *Software***, czynnik ludzki – przepisy, procedury, szkolenie, wsparcie, to relacje pomiędzy człowiekiem a wsparciem, jakie otrzymuje w miejscu pracy w postaci: podręczników, publikacji, przepisów prawa, procedur, instrukcji, list kontrolnych. W tym elemencie zawarte jest dostosowanie tych wszystkich niematerialnych elementów do użytkownika, czyli ich aktualność, format, jasne słownictwo, symbolika.

**L – L - *Liveware* – *Liveware*** – człowiek- operator – inni ludzie w miejscu pracy. Ta relacja zachodzi pomiędzy członkami załogi i innymi ludźmi, którzy także mają wpływ na bezpieczeństwo operacji lotniczych: inne załogi, kontrolerów ruchu lotniczego, inżynierów i mechaników obsługujących lot, personel operacyjny, obsługujący, kierownictwo i zarząd danej organizacji czy instytucji oraz współpraca pomiędzy nimi wszystkimi. To w tym miejscu znajduje się zarządzanie zasobami załogi, czyli CRM oraz zarządzanie organizacją lotniczą, kultura tej organizacji oraz relacje pomiędzy pracownikami a kierownictwem i zarządem.

---

1549 Airbus A320-214, N106US Weehawken, New Jersey, January 15, 2009, Accident Report NTSB/AAR-10/03, PB2010-910403, s. 106.

<sup>25</sup> E. Klich, *Bezpieczeństwo lotów...*, s. 48.

**L – E – Liveware – Environment** – czynnik ludzki – środowisko, to relacje człowieka ze środowiskiem zewnętrznym i wewnętrznym. Według *Podręcznika zarządzania bezpieczeństwem* środowisko wewnętrzne miejsca pracy to temperatura, oświetlenie, hałas, wibracje, ilość tlenu w powietrzu i inne czynniki atmosferyczne. Środowisko zewnętrzne to ukształtowanie terenu i czynniki geofizyczne. Znajduje się tutaj również środowisko miejsca pracy i zakłócenia rytmów biologicznych, co jest codziennym problemem w lotnictwie. Wymieniony został także układ polityczny i społeczny, sytuacja finansowa i ekonomiczna, czyli szerokie środowisko, w którym funkcjonuje lotnictwo.

Istota modelu Hawkinsa polega na zapobieganiu powstawaniu szczelin czy niedopasowania na pograniczu styku krawędzi poszczególnych elementów. Przykładem może być konstruowanie niezawodnego wyposażenia, określanie realistycznych warunków certyfikacji, tworzenie procedur możliwych do wykonania, praktycznych szkoleń czy wymaganie działania w czasie możliwym dla bezpiecznego przygotowania operacji lotniczej.

Ciekawym spostrzeżeniem jest brak styku pomiędzy elementami: środowisko, inni ludzie, statek powietrzny i przepisy. Tylko człowiek będący w części centralnej może łączyć te elementy i powodować ich zmiany. Brak dopasowania między człowiekiem i pozostałymi elementami jest przyczyną powstawania błędów ludzkich.

Model SHELL jest nadal aktualny i stanowi narzędzie koncepcyjne wykorzystywane do analizy wpływu poszczególnych elementów systemu na bezpieczeństwo lotów. Model ten, zgodnie z *Podręcznikiem zarządzania bezpieczeństwem*<sup>26</sup>, przedstawia relacje między ludźmi i pozostałymi elementami systemu.

### **10. Model Jamesa T. Reasona**

W latach 90. XX wieku profesor James Reason<sup>27</sup> opracował model, który został zaadaptowany również w lotnictwie. Jest to model, który w prosty sposób przedstawia działanie systemu i czynniki, które mogą doprowadzić do katastrofy. System obrazują następujące bloki:

- zarządzanie wysokiego szczebla,
- kierowanie na niższym szczeblu,

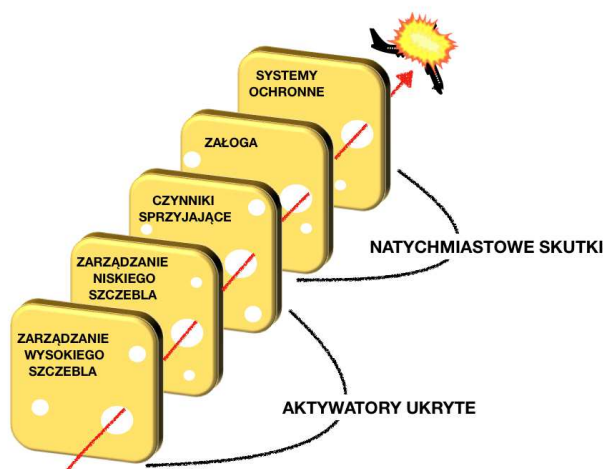
---

<sup>26</sup> *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem (SMM)*, ICAO Doc. 9859 AN/474, 2013, s. 22.

<sup>27</sup> safetyleaders.org [dostęp: 13.03.2016]. James T. Reason – profesor psychologii Uniwersytetu w Manchesterze, w latach 1962-1964, pracował jako psycholog Królewskich Sił Powietrznych (Royal Air Force RAF) w Instytucie Medycyny Lotniczej, później w Kosmicznym Instytucie Medycznym na Florydzie w Stanach Zjednoczonych. Czynnikiem ludzki stanowi główną dziedzinę jego badań i zainteresowań, zdobywca wielu prestiżowych nagród i autor wielu książek i publikacji na temat roli czynnika ludzkiego w wypadkach i zarządzania ryzykiem operacyjnym: *Human Error* 1990, *Managing the Risk of Organizational Accidents* 1997. Klasyfikacja czynnika ludzkiego i modelu prowadzącego do powstawania wypadków są szeroko używane w lotnictwie, w transporcie kolejowym, morskim, w przemyśle nuklearnym, w instytucjach finansowych oraz związanych z opieką zdrowotną.

- warunki sprzyjające,
- operator – załoga,
- systemy ostrzegawcze<sup>28</sup>.

Model J. Reasona nazywany jest również modelem sera szwajcarskiego, dlatego że do wypadku dojdzie tylko i wyłącznie wtedy, gdy błąd powstały na wyższych szczeblach czy blokach nie zostanie wykryty na żadnym z pozostałych. Jeżeli w całym systemie, na każdym szczeblu pojawią się dziury, przez które można poprowadzić linię, wtedy dojdzie do wypadku lotniczego. Nieszczelność czy niesprawne działanie jednego systemu nie jest wystarczające do spowodowania wypadku. Dziurami bezpieczeństwa w systemie są konsekwencje decyzji zarządzających, opóźnione w czasie. Można podać tu przykład decyzji zarządu o wydaniu mniejszej ilości środków finansowych na szkolenie i trening załóg. Skutków tej decyzji nie da się zauważyć natychmiast. Do jej uwidocznienia potrzebne są aktywatory wyzwalające ukryte warunki sprzyjające naruszeniom systemu ochrony bezpieczeństwa. Tak więc koncepcja Jamesa Reasona obejmuje połączenie dwóch czynników: dziur i aktywatorów.



Źródło: opracowanie własne.

#### Rys. 4. Model powstawania wypadku lotniczego wg Jamesa Reasona

Według J. Reasona najwyższy poziom modelu stanowi zarządzanie wysokiego szczebla. Zarząd danej organizacji czy instytucji, na przykład

<sup>28</sup> Blok: *Zarządzanie wysokiego szczebla* oznacza według J. Reasona działania podejmowane przez zarząd danej organizacji, natomiast blok: *kierowanie niższego szczebla* dotyczy stosunków zachodzących między przełożonymi i podwładnymi.

linii lotniczej odpowiada za filozofię bezpieczeństwa<sup>29</sup> i od decyzji zarządu zależy akceptacja zachowania pracowników, ustanawianie norm i limitów. To od kultury przenikającej daną organizację zależy bezpieczeństwo, które przenika całą organizację. Celem zarządzania bezpieczeństwem w lotnictwie jest prowadzenie działań, które umożliwiają utrzymanie liczby zdarzeń lotniczych na akceptowalnym poziomie. To właśnie zarząd określa funkcjonowanie organizacji i ustala poziom ryzyka, który jest możliwy do zaakceptowania.

Kolejny poziom modelu J. Reasona stanowi kierowanie niższego szczebla i nadzór. Ten poziom stanowi szczebel kierowniczy danej organizacji. Prawidłowe działanie na rzecz bezpieczeństwa powinno obejmować określenie obowiązków i zakresu odpowiedzialności dyrektorów i kierowników. Prowadzona polityka bezpieczeństwa powinna cieszyć się akceptacją i zrozumieniem przez wszystkich pracowników, a zasady i procedury bezpieczeństwa - być powszechnie stosowane. W tym celu szczebel kierowniczy powinien stosować odpowiednie środki zapobiegawcze, kształtować świadomość bezpieczeństwa i tworzyć jasne zasady i procedury postępowania, a także utrzymać szeroką świadomość zagrożeń i działań prowadzących do powstania niebezpieczeństwa.

Trzeci poziom stanowią czynniki sprzyjające, do których należą warunki mogące przyczynić się do popełniania błędów. Może to być niezadowolający stan zdrowia członków załogi, brak gotowości do wykonania lotu z powodu stresu, zażywania narkotyków, spożycia alkoholu, nieodpowiednia znajomość procedur i inne.

Kolejny poziom stanowi operator, czyli załoga wykonująca dany lot. Od działania załogi, takiego jak: nieprzestrzeganie procedur, brak dyscypliny, roztargnienie, błędy w sztuce pilotażu, zależy bezpieczeństwo.

Ostatni poziom to systemy ochronne, których brak lub świadome zaniechanie stosowania wpływa ujemnie na działanie, gdyż załoga nie otrzymuje informacji, że zbliża się do sytuacji krytycznej i nie ma możliwości podjęcia decyzji w celu uniknięcia katastrofalnych następstw.

Na podstawie teorii J. Reasona opracowany został system analizy i klasyfikacji wpływu czynnika ludzkiego na przyczyny wypadków lotniczych (Human Factor Analysis and Classification System HFACS). W systemie tym wyróżniono cztery poziomy błędów, możliwych do wystąpienia w ramach czynnika ludzkiego na różnych etapach działania i zarządzania:

- niewłaściwe zarządzanie,

---

<sup>29</sup> A. Degani, E. Wiener, *Philosophy, Policies, Procedures and Practices: The Four P's of Flight Deck Operations*, Human Factors, Management and Organisation, ICAO, 1993, s. 34. Filozofia bezpieczeństwa to sposób, w jaki funkcjonuje organizacja, w której wszyscy pracownicy ukierunkowują swoje działania na bezpieczeństwo. Filozofia bezpieczeństwa to ustalenie zasad zarządzania, które mają na celu zachowanie wysokich standardów bezpieczeństwa lotniczego.



- niewłaściwe kierowanie,
- warunki sprzyjające,
- niewłaściwe działanie załogi<sup>30</sup>.

Wykorzystanie modelu Reasona oraz systemu analizy i klasyfikacji wpływu czynnika ludzkiego na przyczyny wypadków można wyjaśnić na przykładzie katastrofy, która miała miejsce 7 września 2011 roku w Jarosławiu w Rosji. Był to lot czarterowy z Jarosławia do Mińska, wynajęty przez klub hokejowy Łokomotiw Jarosław. Zginęły 43 osoby z 45 obecnych na pokładzie. Jedna osoba zmarła 12 września w szpitalu, zwiększając liczbę ofiar do 44. Samolot Jak-42 należał do linii lotniczych Yak Service. Do przyczyn tej katastrofy można zaliczyć wiele czynników, które zostały opisane poniżej.

Ze względu na poziom zarządzania mogą być popełnione błędy związane z niewłaściwym klimatem, brakiem środków i niewłaściwymi procedurami.

Niewłaściwy klimat w przypadku tej katastrofy dotyczy nie tylko działania zarządu linii lotniczych Yak Service, ale sięga znacznie wyżej i związany jest z ogólnym pojmowaniem bezpieczeństwa w Rosji. Należy tu wymienić brak standardów bezpieczeństwa w tym kraju, gdzie często zdarzają się wypadki lotnicze, co było podkreślane po katastrofie, zarówno przez Władimira Putina – wówczas premiera Federacji Rosyjskiej i przez Dmitrija Miedwediewa – prezydenta Federacji, który położył nacisk na konieczność przeprowadzenia radykalnych zmian w zakresie stosunku do bezpieczeństwa w lotnictwie.

O niewłaściwym zarządzaniu w linii lotniczej Yak Service świadczy również niewłaściwa polityka kadrowa: pierwszy oficer był wiceprezesem zarządu. Zaburzony w związku z tym był łańcuch dowodzenia. Osobą, która odpowiedzialna jest za statek powietrzny i wszystkie osoby, które znajdują się w tym statku, jest kapitan. Jeżeli pierwszy oficer zajmuje wyższe stanowisko w danej organizacji, nie ma możliwości zachowania odpowiedniego procesu dowodzenia.

O braku środków świadczyć może chęć wykonania zadania za wszelką cenę przez pierwszego oficera lotu, który był również wiceprezesem zarządu linii lotniczych. Od wykonania lotu z hokeistami będącymi gwiazdami w Rosji zależały inne zlecenia dla Yak Service.

Niewłaściwe kierowanie dotyczy personelu kierującego i związane jest z niewłaściwym nadzorem, planowaniem i naruszaniem przepisów. W przypadku opisywanej katastrofy wystąpiły wszystkie trzy elementy. Niewłaściwe planowanie dotyczy planowania załogi, gdzie kapitan na co dzień był podwładnym pierwszego oficera. Niestety w czasie feralnego lotu również przejął dowodzenie w kokpicie i w momencie, kiedy kapitan pró-

---

<sup>30</sup> E. Klich, *Bezpieczeństwo lotów...*, s. 51.

bował przerwać start, podjął katastrofalną decyzję o jego kontynuacji. Kadra kierownicza nie zwracała uwagi, że planując w taki sposób załogę, zaburza łańcuch kierowania w kokpicie.

Niewłaściwy nadzór zarządu linii lotniczej Yak Service dotyczy braku kontroli nad szkoleniami pilotów. Piloci byli szkoleni na dwa typy samolotów jednocześnie: Jak-40 i Jak-42. Szkolenie to było bardzo chaotyczne i następowały w nim długie przerwy. Na skutek tak prowadzonego szkolenia jednym z błędów wymienionych przez MAK, który doprowadził do katastrofy, był błąd kapitana - nieumyślnie wcisnął on pedał hamulca. Samolot hamowany na pasie startowym nie uzyskał odpowiedniej prędkości, aby wystartować. Wciśnięcie hamulca spowodowane było m.in. odmienną konstrukcją orczyka w stosunku do samolotu Jak-40.

Kolejnym błędem kadry kierowniczej jest naruszanie przepisów poprzez akceptację niepotrzebnego ryzyka, co powoduje wzrost zagrożenia.

Kolejny poziom: warunki sprzyjające można podzielić na trzy zasadnicze grupy: warunki środowiskowe, czynniki zdrowotne i przygotowanie operacyjne.

Warunki środowiskowe to środowisko naturalne – fizyczne i sztuczne – technologiczne. Środowisko fizyczne tworzą: pogoda i warunki geofizyczne, natomiast sztuczne to wszystko, co zbudował człowiek: statek powietrzny, infrastruktura lotniskowa i wszystkie inne systemy wspomagające. W przypadku tej katastrofy należy wymienić brak możliwości wyważenia samolotu z powodu braku wagi na lotnisku. W toku prowadzonego badania wypadku okazało się, że samolot był dobrze wyważony, ale nie zmienia to faktu, że podstawowym obowiązkiem powinno być wyważenie samolotu przed lotem, do czego nie doszło z powodu braku takiej możliwości.

Czynniki zdrowotne to czynniki psychiczne, fizyczne, fizjologiczne, gdzie należy wymienić presję i stres, które odczuwali piloci, związane z koniecznością przewiezienia tak znakomitej drużyny hokejowej. Czynniki fizyczne, czyli stan zdrowia poszczególnych członków załogi, również miały wpływ na przebieg lotu. Kapitan w tajemnicy leczył zanik czucia w nogach. Sekcja zwłok wykazała zażycie fenobarbitalu, leku o działaniu nasennym i uspokajającym, po zażyciu którego zakazane jest prowadzenie urządzeń mechanicznych.

Przygotowanie operacyjne do lotu i gotowość w bardzo ogólnym zarysie dotyczy umiejętnego komunikowania się, porozumiewania i rozumienia, co przekłada się na świadomość zagrożeń i umiejętność rozwiązywania konfliktów. W przypadku załogi omawianego Jaka-42 podkreślić należy brak umiejętności komunikacji i wzajemnego zrozumienia. Brak przeprowadzenia briefingu przed lotem i nieustalenie prędkości decyzji są tego najlepszym dowodem.

Gotowość załogi do wykonania rejsu również była mocno naruszona, ponieważ kapitan po zażyciu fenobarbitalu nie był gotowy do lotu, gdyż nie miał możliwości bezpiecznego wykonania zadania.

Na poziomie niewłaściwego działania załogi wystąpiło wiele błędów, a wśród nich: brak decyzji o przerwaniu startu, chociaż było na jej podjęcie 5 sekund, brak świadomości zaciągniętego hamulca w czasie startu, brak świadomości zagrożenia bezpieczeństwa i latania bez ukończenia szkolenia na typ samolotu, brak łańcucha dowodzenia w załodze, nieświadome uruchomienie hamulca.

MAK w raporcie końcowym z katastrofy stwierdził, że załoga powinna być szkolona z latania na samolocie Jak-42, a nie pilotować ten typ samolotu<sup>31</sup>.

Na podstawie analizy tej katastrofy można wyróżnić ciąg błędów, które doprowadziły do wypadku lotniczego.

Model Jamesa Reasona podkreśla wpływ czynnika ludzkiego, w szczególności zarządzania, na powstawanie wypadków lotniczych. Określenie przyczyny wypadku umożliwia wprowadzenie działań profilaktycznych, które pozwalają na usunięcie z systemu istniejącego błędu. Działalność profilaktyczna ograniczona do korygowania błędów pilotów prowadzi do usunięcia problemu z ostatniego ogniwa. Ważna jest naprawa całego systemu, gdyż tylko wtedy można wprowadzić wysokie standardy bezpieczeństwa.

Model Jamesa Reasona przedstawia wzajemne oddziaływanie czynników organizacyjnych i zarządzania organizacją na powstawanie wypadków w lotnictwie. Rysunek ilustruje elementy ochronne przed zmiennością ludzkiego działania i podejmowanych decyzji na wszystkich poziomach systemu lotnictwa. Elementy ochronne zabezpieczają przed zagrożeniami, ale naruszenia mogą penetrować bariery ochronne i potencjalnie skutkować wypadkiem lotniczym. Model Reasona przedstawia także okoliczności ukryte, które są obecne w systemie przed wypadkiem i mogą do wypadku doprowadzić. Ilustruje to schemat przyczynowości wypadków.

### **11. Model Gordona Duponta**

Gordon Dupont opublikował w 1995 roku model SMS, *Safety Management System*, czyli system zarządzania bezpieczeństwem<sup>32</sup>. G. Dupont miał ogromny udział w pracach nad Załącznikiem 19 ICAO - *Zarządzanie Bezpieczeństwem*. Istotą tego modelu jest zmniejszenie wpływu czynnika ludzkiego, a przez to również liczby wypadków lotniczych. Polega na systematycznym zapobieganiu wypadkom lotniczym poprzez zarządzanie

---

<sup>31</sup> <http://www.rapsinews.ru/judicialnews/20120907/264601535.html> [dostęp: 13.12.2016].

<sup>32</sup> G. Dupont, *A System Management System Made Easy*, System Safety Services Richmond, BC Canada.

Czynnik ludzki w wybranych modelach powstawania wypadków lotniczych

ryzykiem operacyjnym na wszystkich poziomach i aspektach funkcjonowania danej organizacji.



Źródło: opracowanie własne.

**Rys. 5. Schemat modelu G. Duponta, Zarządzanie systemem bezpieczeństwa**

Elementy schematu graficznego modelu stanowią puzzle, co świadczy o tym, że poszczególne części składowe muszą być dopasowane do siebie i ściśle przylegać, aby nie było żadnych prześwitów czy dziur, przez które ewentualny błąd mógłby się prześlizgnąć. Centralne miejsce zajmuje szkolenie z czynnika ludzkiego i systemu zarządzania bezpieczeństwem. Ten element ma pozytywny wpływ na pozostałe części, gdyż szkolenie ma nauczyć osobę unikania błędów oraz zredukować popełnianie błędów do poziomu tak niskiego, jak tylko to rozsądnie praktyczne (*ALARP As Low As Reasonably Practical*). Szkolenie musi też odpowiadać i być skierowane do poszczególnych grup personelu w organizacji. Szkolenie w zakresie czynnika ludzkiego jest najważniejszą częścią systemu zarządzania bezpieczeństwem, gdyż pozwala na zrozumienie, dlaczego i w jaki sposób ludzie popełniają błędy. Szkolenie nie może być jednorazowym wydarzeniem, musi to być proces, który trwa i rozwija się. Ponadto cały personel wymaga treningu, nie tylko piloci i personel pokładowy, ale również: inżynierowie, mechanicy, zarząd, sekretarki, magazynierzy, a nawet dozorczy.

Kolejnym elementem modelu G. Duponta jest Company Culture, czyli kultura organizacji. Chodzi o kulturę bezpieczeństwa, sposób w jaki jest ono postrzegane w danej organizacji. Jeżeli bezpieczeństwo traktowane

jest priorytetowo przez zarząd, stanowi integralną część działalności danej organizacji, wszyscy pracownicy mają obowiązek odbycia szkolenia w zakresie czynnika ludzkiego i mają przekonanie, że bezpieczeństwo jest priorytetem. Komponentami składowymi tego elementu są: misja organizacji oraz polityka bezpieczeństwa w danej organizacji, które występują w postaci czarnych strzałek dookoła schematu.

Misja organizacji to charakterystyczna rola do spełnienia, wskazująca na odrębność, z czego wynikają główne cele i zadania, jakie dana organizacja ma spełniać. Powinna mieć związek z codzienną rzeczywistością pracowników i zawierać w sobie bezpieczeństwo.

Polityka bezpieczeństwa powinna być proaktywna, widoczna wszędzie: na każdym stanowisku pracy i zatwierdzona przez zarząd oraz kadrę kierowniczą, a także okresowo powtarzana i przypominana.

Kolejnym elementem modelu jest badanie incydentów związanych z czynnikiem ludzkim. Jest to wyjaśnianie incydentów i zdarzeń, które miały miejsce po to, by nie dopuścić do powstania wypadku. Gdy wyjaśnione zostaną wszystkie przyczyny błędu w odpowiednim czasie i miejscu, to możliwe jest uniknięcie katastrofy. Aby wyjaśniać i rozumieć błędy i ich przyczyny należy zachować atmosferę zaufania, otwartości i uczciwości. Pracownicy muszą wiedzieć, że nie zostaną ukarani za popełnione błędy.

Pierwszym komponentem składowym tego elementu jest polityka administracyjna (*Administrative Policy*). Polega ona na tym, że normalne błędy, nawet jeśli prowadziły do sytuacji zagrożenia, posłużą jedynie do wyciągnięcia wniosków na przyszłość, a nie do podjęcia działań dyscyplinarnych. Jednakże nie dotyczy to błędów popełnionych z powodu brawury. G. Dupont wymienia trzy rodzaje błędów:

- błąd normalny – niezamierzone zapomnienie zrobienia czegoś lub wykonanie czynności w nieodpowiedni sposób, osoba, która popełnia ten rodzaj błędu nie miała zamiaru popełnienia;
- błąd wiążący się z zagrożeniem – osoba wie, że powinna zrobić coś, ale uważa, że zagrożenie jest niewielkie;
- błąd brawury – pracownik zdaje sobie sprawę z niebezpieczeństwa, ale wybiera ten właśnie, brawurowy i niezwykle ryzykowny sposób wykonania zadania. Przykładem może być podjęcie pracy pod wpływem narkotyków lub alkoholu.

Polityka administracyjna nie jest łatwym zadaniem, gdyż polega na wypracowaniu zaufania pracowników i zgłaszania popełnianych błędów.

Drugim komponentem polityki administracyjnej jest polityka raportowania błędów i incydentów. Po zgłoszeniu incydentu organizacja może wprowadzić odpowiedni sposób zapobiegania, nie ponosząc przy tym kosztów związanych z wypadkiem. G. Dupont nazywa raportowanie lekcjami za darmo, gdyż wyciągnięcie wniosków ze zgłoszonych dobrowolnie zdarzeń nic nie kosztuje, a przynosi wiele korzyści.

Czwartym elementem modelu jest analiza incydentów i ryzyka. Tworzenie bazy danych i analiza incydentów są ważne, ponieważ 70 do 80% wszystkich wypadków spowodowanych jest czynnikiem ludzkim. Aby analiza była wartościowa musi być jasna i dostarczać informacji, gdzie najczęściej pojawiają się błędy i jakie są ich źródła. Komponentem związanym z analizą jest ocena ryzyka (*Risk Assessment*). Pozwala ona na ocenę stopnia zagrożenia. Po przeprowadzeniu oceny ryzyka należy wziąć pod uwagę korzyści i porównać koszty z korzyściami.

Piątym i ostatnim elementem jest feedback, czyli informacja zwrotna. Uczestnictwo wszystkich pracowników w pracy nad systemem bezpieczeństwa jest priorytetem, gdyż to właśnie pracownicy mają informacje, o których zarząd nie może wiedzieć. Pracownicy muszą być świadomi, że ich pomysły i przemyślenia są brane pod uwagę. Informacja zwrotna służy edukacji i promowaniu współpracy. Aby system zarządzania bezpieczeństwem był efektywny, konieczne są trzy komponenty: wyznaczenie celu (*Goal Setting*), uznawanie sukcesu (*Measure of Success*) i planowanie kryzysowe (*Emergency Responce*).

Wyznaczanie celu to zadanie zarządzania wysokiego szczebla, które ma na celu przedstawienie rozsądnego i możliwego do realizacji celu działania. Każdy powinien nie tylko znać ten cel, ale też aktywnie dążyć do jego osiągnięcia, np.: redukcji skutków błędów o 40%.

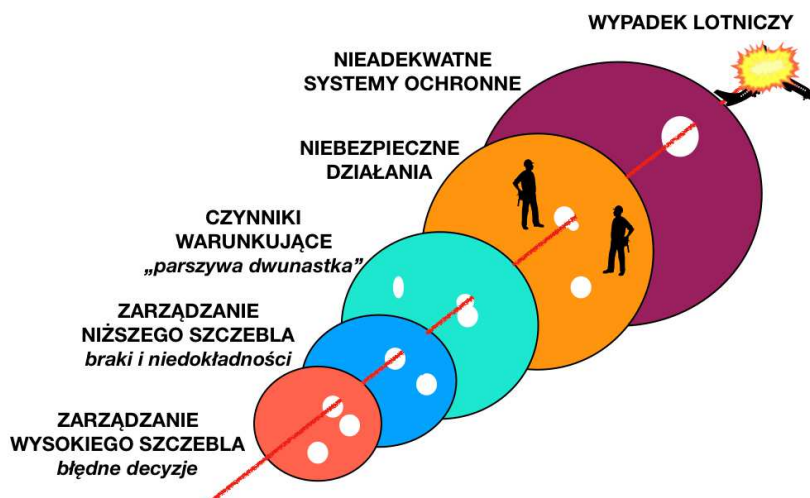
Uznawanie sukcesu to działanie mające na celu dostrzeżenie i chwalenie inicjatywy związanej z raportowaniem incydentów oraz podejmowaniem działań związanych z zachowaniem i utrzymaniem bezpieczeństwa.

Pomimo najlepszych intencji błąd wkomponowany jest w ludzkie działanie. Jeśli popełniony zostanie poważny błąd, plan postępowania kryzysowego musi być wdrożony. Plan ten może być istotny dla przetrwania całej organizacji. Powinien wyjaśniać, co ma zostać zmienione i kto będzie dokonywał tych zmian. Wszyscy pracownicy muszą znać swoje obowiązki i rolę w planie kryzysowym. Na tym poziomie informacja zwrotna jest również istotną częścią systemu. Plan kryzysowy musi być praktyczny i powtarzany, jeśli zachodzi taka potrzeba.

Czarne strzałki, widoczne na schemacie, wskazują na ruch obrotowy wokół modelu bezpieczeństwa. Ten element wskazuje, że jest to proces, który trwa bezustannie.

Gordon Dupont wyróżnił także tzw. parszywą dwunastkę *dirty dozen*, czyli dwanaście największych ludzkich błędów, mających wpływ na bezpieczeństwo. Błędy te stanowią według autora czynniki sprzyjające wypadkom lotniczym. W związku z tym Dupont zaadoptował teorię Jamesa Reasona i przedstawił ją w sposób taki jak na rysunku 6.

## Zmodyfikowany przez G. Duponta model powstawania wypadku lotniczego wg. Jamesa Reasona



Źródło: opracowanie własne.

**Rys. 6. Zmodyfikowany model J. Reasona. Model bezpieczeństwa G. Duponta**

Poszczególne poziomy są takie same jak u J. Reasona. Różnica występuje w środku systemu, gdyż Reason nazwał trzeci poziom: *czynniki sprzyjające*, natomiast Dupont: *warunki konieczne - parszywa dwunastka*, do której należą następujące błędy:

- **brak komunikacji** – brak jasnych, bezpośrednich sformułowań lub brak umiejętności aktywnego słuchania;
- **poczucie bezpieczeństwa** – samozadowolenie związane z brakiem świadomości zagrożenia;
- **brak wiedzy** – brak doświadczenia lub wykszolenia;
- **rozproszenie uwagi** – nieskupianie się na wykonywanym zadaniu;
- **nieumiejętność współpracy w grupie** – brak umiejętności współpracy z innymi ludźmi, w kierunku osiągnięcia wspólnego celu;
- **zmęczenie** – znużenie pracą, wyczerpanie nerwowe lub czasowa utrata siły do działania;
- **brak zasobów lub środków finansowych** – niemożliwość użycia odpowiednich narzędzi, sprzętu, informacji, procedur do wykonania danego zadania;
- **presja** – kreowanie atmosfery pośpiechu i napięcia;
- **brak asertywności** – brak pozytywnej komunikacji polegającej na nieszanowaniu pomysłów, potrzeb i rozwiązań innych osób;

- **stres** – psychiczne, emocjonalne lub fizyczne napięcie, obciążenie lub wyczerpanie;
- **brak świadomości** – niepowodzenie w czujnym obserwowaniu sytuacji;
- **normy** – ogólnie akceptowane reguły postępowania, których założenia są poprawnie oparte na procedurach wynikających z potwierdzonych źródeł<sup>33</sup>.

Teoria Gordona Duponta przyczyniła się do zredagowania *Podręcznika zarządzania bezpieczeństwem*, który stanowi dodatek do Załącznika 19 Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego. Obecnie jest to źródło systemu zarządzania bezpieczeństwem w lotnictwie cywilnym.

## Podsumowanie

Czynnik ludzki to pojęcie, które nie jest jednolicie definiowane. Proces jego ewolucji jest złożony i trwa do dzisiaj. Spowodowane jest to interdyscyplinarnością zjawiska, które może być i jest interpretowane z wielu punktów widzenia, z uwzględnieniem szeregu zmiennych. Przyjęcie jednej z definicji nie warunkuje jej stosowności w innych przypadkach. W związku z tym ciągłe badania czynnika ludzkiego są kluczowe dla jego głębszego zrozumienia.

W artykule zostały zaprezentowane różne, wybrane modele bezpieczeństwa lotów dotyczące czynnika ludzkiego. W literaturze przedmiotu znaleźć można modele niesystemowe i systemowe. Zarówno w jednych, jak i w drugich występuje element czynnika ludzkiego.

Twórcy teorii niesystemowych skupiają się na jednym z elementów, który stanowi czynnik ludzki: osobowość człowieka i podatność na wypadki, związana z ograniczeniami człowieka.

Współcześnie takie podejście jest zbyt wąskie i niewystarczające do wyjaśnienia przyczyn zdarzeń lotniczych. Stąd powstawanie teorii systemowych, bardziej skomplikowanych i obejmujących więcej składowych. Niektóre teorie systemowe są do siebie bardzo podobne, gdyż składają się z takich samych bądź podobnych elementów. Tak jest w przypadku teorii SHEL i SHELL. W *Podręczniku zarządzania bezpieczeństwem* można znaleźć tezę, że teoria SHELL jest rozwinięciem teorii SHEL, ale trudno się z tym zgodzić, gdyż istota teorii jest odmienna. W przypadku teorii Edwardsa SHEL uwaga skupiona jest na poszczególnych elementach systemu. Jeśli któryś z nich ulega uszkodzeniu bądź funkcjonuje nieprawidłowo to może to mieć negatywny wpływ na pozostałe elementy. Natomiast istotą teorii SHELL Hawkinsa są interakcje zachodzące pomiędzy po-

---

<sup>33</sup> <http://system-safety.com> [dostęp: 20.03.2016].



szczególnymi elementami. Nie wszystkie elementy oddziałują na siebie, gdyż jest to możliwe tylko przy pomocy elementu środkowego.

Podkreślenie roli, jaką ma zarządzanie w organizacji, przyczyniło się do rozwoju teorii wypadku organizacyjnego, który został dokładnie opisany w teorii Jamesa Reasona. Teoria ta jest niezmiernie istotna z punktu widzenia bezpieczeństwa, gdyż jej znajomość i stosowanie w praktyce pozwala na przerwanie łańcucha prowadzącego do wypadku. Ostatnia z przedstawionych teorii miała wpływ na opracowanie Załącznika 19 do *Konwencji międzynarodowej organizacji lotnictwa cywilnego i Podręcznika zarządzania bezpieczeństwem*, które są wyznacznikami bezpieczeństwa i jego utrzymania na odpowiednim poziomie.

## Bibliografia

1. Beaty David, *Pilot. Naga prawda. Czynniki ludzki w katastrofach lotniczych*, PWN, Warszawa, 1995.
2. Compa Tadeusz, *Bezpieczeństwo transportu lotniczego w systemie bezpieczeństwa narodowego*, WSOSP, Dęblin, 2014.
3. Dupont Gordon, *A System Management System Made Easy*, System Safety Services Richmond, BC Canada.
4. Edwards Edwin, *Man and Machine: Systems for Safety*, British Airline Pilot Association, London, 1972.
5. Grenda Bogdan, Nowak Jacek, *Wybrane problemy zarządzania kryzysowego w organizacjach lotniczych*, AON, Warszawa, 2013.
6. Hawkins Frank H., *Human Factors in Flight*, Gower Technical Press, Ashgate, 1987.
7. Human Factors Training Manual Doc. 9683 – AN/950, First Edition 1998, ICAO.
8. Karpowicz Janusz, Klich Edmund, *Bezpieczeństwo lotów i ochrona lotnictwa cywilnego przed aktami bezprawnej ingerencji*, AON, Warszawa, 2004.
9. Klich Edmund, *Bezpieczeństwo lotów*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Radom, 2011.
10. *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem*, ICAO, Doc. 9859 AN/474, ULC, Warszawa, 2009.
11. Truszczyński Olaf, Tarnowski Adam, Biernacki Marcin, *Czynnik ludzki w wypadkach lotniczych*, Bellona 3/2008.
12. Wiener Earl L., Nagel David C. (red.), *Human Factors in Aviation*, Wyd. Elsevier INC, San Diego, 1988.
13. Załącznik 13 do *Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym, Badanie wypadków i incydentów statków powietrznych*, ICAO, 2010.

14. Załącznik 17 do *Konwencji o Międzynarodowym Lotnictwie Cywilnym, Ochrona Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego przed aktami bezprawnej ingerencji*, ICAO, Marzec, 2011.

### **Źródła internetowe**

1. Ergonomia.pl.wikipedia.org
2. <http://osha.europa.eu>.
3. <http://www.kp.ru>.
4. <http://www.rapsinews.ru>.
5. <https://ti.arc.nasa.gov>.
6. [safetyleaders.org](http://safetyleaders.org).
7. [system-safety.com](http://system-safety.com).
8. [thepsychologist.bps.org.uk](http://thepsychologist.bps.org.uk).

### **HUMAN FACTORS IN SELECTED MODELS DESCRIBING CAUSES OF AVIATION CRASHES**

According to statistics, human factors in aviation cause the highest number of air crashes. This means that a human being, with his or her limitations, is the weakest element of the aviation system. Therefore, theoreticians and practitioners construct different models, whose aim is to explain the causes of such a high number of air accidents stemming from people's wrong actions or lack of any action on their part. Depending on the discipline that they pursue, theoreticians pay attention to various aspects of human functioning. The models concerning human factors can be divided into non-systemic and systemic. Whereas the former focus on personality traits which can predispose a person to accidents, the latter are related not only to human personality, but they also describe human cooperation within the system containing many constituent elements.

**Keywords:** human factors in aviation, systemic models, non-systemic models, models concerning human factors