AREAS OF CIVIL AVIATION HAZARDS

OBSZARY ZAGROŻEŃ CYWILNYCH OPERACJI LOTNICZYCH

Katarzyna Chruzik

Silesian University of Technology, Faculty of Transport
Politechnika Śląska, Wydział Transportu

Abstract: Risk management is one of the most important tools of modern systemic approach to process modeling. Generally, it may be described as a system of interrelated actions and decisions aimed at integration and coordination of processes in the organization, in cooperation with the external parties. The aim of management is therefore to improve the proficiency, effectiveness and efficiency of the operation and - in the case of risk management arising from the transport processes - to improve flight safety. The publication describes a proposal of risk management method in air transport including analysis of areas threats to civil air operations.

Keywords: safety, risk analysis, sources of hazards, air transport

Streszczenie: Zarządzanie ryzykiem jest jednym z najważniejszych narzędzi współczesnego systemowego podejścia do modelowania procesów. Najogólniej zobrazować je można jako system wzajemnie powiązanych działań i decyzji, mających na celu integrację i koordynację procesów w organizacji przy współpracy z otoczeniem zewnętrznym. Celem zarządzania jest więc poprawa sprawności, skuteczności i efektywności funkcjonowania, a w przypadku zarządzania ryzykiem wynikającym z procesów transportowych poprawa bezpieczeństwa lotów. W publikacji opisano propozycję metody zarządzania ryzykiem w transporcie wraz z analizą zewnętrznych źródeł zagrożeń cywilnego transportu lotniczego. Opisano zidentyfikowane na tej podstawie obszary zagrożeń oraz przeprowadzono uproszczoną analizę dla wybranego przypadku.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, analiza ryzyka, źródła zagrożeń, transport lotniczy

AREAS OF CIVIL AVIATION HAZARDS

1. Introduction

The contemporary approach to transport assessment, based on the process approach, determines safety as a superior factor of assessment of its proper functioning - safety management systems. Authors introduce entirety of safety management in aviation civil transport. The purpose of safety management is elimination, and if not possible - reduction of the size of damage that can be caused by transport incidents. Along with development of this area, one must bear in mind all possible actions employed upon occurrence of an incident (reactive actions) as well as those implemented preventively on the basis of case analysis (proactive actions) - figure 1. This analysis is also more and more and more frequently based on projective actions, allowing to identify little probable hazards (most commonly being a compilation of improbable hazard sources) which give rise to catastrophic results.

Aviation transport is a complex system, combining advanced technical systems, operators and procedures. The sources of hazards can be found in all these closely related and mutually effective areas, operating in great spatial dispersion, with a short time horizon. A very important element of risk management is, thus, identification of hazard sources, not only within the scope of own risk (hazard sources and hazard activation regard the same transport organisation), but also within the scope of common risk (hazard sources outside the transport system the hazard activation regards) and external risk (hazard sources outside the transport system). Total risk of the transport organisation must include all three hazard areas. The article presents a proposal of a unified register of hazard sources in civil aviation operations and the resulting main areas of hazards as well as the detection methods applied contemporarily.

Fig. 1 Safety management model in transport

2. Methods of risk assessment in transport

In practice, two basic approaches can be differentiated in risk management in transport: operating (process and professional) and strategic. Operating management means management through goals and determination of what is expected from each entity, organisational unit and every employees, assessment of achievement in past results, also formulation and implementation of improvement plans. Strategic management means projective thinking about the phenomena and processes that will occur in the future and will create new operating conditions for the organisation/country. Thus, it requires continuous tracking of the on-going changes in the surrounding as well as their tendencies, assessment of the effect the changes have on the organisation/area as well as their significance, capturing of the crucial changes and determination of key problems requiring a solution [1].

The presented risk management method is based on two currently most popular risk management methods based on a systematised process allowing to identify, plan and manage the hazard risk step by step in the course of planning and implementation of the project/process [2-4]:

- risk in “Guide of Project Management Body of Knowledge (PMBok)” fifth edition by Project Management Institute Inc;
- risk in “Projects in Controlled Environments (PRINCE2)” - process-based method for effective project management. Used extensively by the UK Government, PRINCE2 is also widely recognised and used in the private sector, both in the UK and internationally.

Due to the scope of impact and legal regulations determining it, the hazard assessment methods are described for the operating risk: process (short time horizons essential for the organisation in the main process aspect) and professional (combination of probability of occurrence of adverse hazards related to the performed work and causing losses as well as their effect on health or life of the employees - in the form of occupational diseases and accidents at work [5]).

Risk assessment regards all processing having a direct or indirect impact on the main process of the transport organisation (carriage, infrastructure management, maintenance, production). The transport industry employs hazard risk estimation and valuation. The risk management method described in the publication (figure 2) is based on the hazard of aviation operator registers. Imminence register identify to air-operator hazardous area as result of source of imminence. Those registers are verify and modify by air-operator periodically with estimation and valuation of hazard risk. These actions allow for direct hazard management and precise dedication of measures for areas valued as unacceptable, with concurrent hazard monitoring and communication.

Analysing studies regarding risk assessment in transport [1, 5], safety is a condition of lack of hazards characterised with unacceptable risk (a hazard is a source of transport incident). The sources of hazards are constructs (e.g. physical, chemical, biological, psychophysical, organisational, personal) the presence of which in the indicated area of analyses, condition, properties can be the cause (source) of hazard formulation. Risk is a combination of probability of hazard activation into a transport incident and the resulting damage.

Fig. 2 Risk management model in transport

Any operation in transport creating imminence. Fusion of hazard can generate incident. The awareness of hazard sources is the basis of risk management in transport. This consciousness we can create on the basis of historical data or experience. Action allows to estimate the identified hazards and to refer these values to the initially adopted ranges, and if the risk of hazards is exceeded (acceptable, tolerable, unacceptable area) - to implement corrective and preventive actions in the processes. Monitoring of the entire process continuously, communicate the hazards to person engaged directly in the process (employees) as well as its recipients (passengers, third parties) present figure 2.

The milestones in the risk assessment process being prerequisites for the proper course of hazard management and related safety measures are:

- Risk analysis - i.e. the process of systematic use of all and any available information for identification of hazards, covering identification and classification of hazards along with preliminary determination of the hazard risk admissibility level. As a result of these actions, a hazard register is created for the system being the analysis area;
- Risk estimation - i.e. determination of scenarios and existing safety measures for the identified hazards, and then estimation of significance of the effects that can occur in case of incidents arising from the identified hazards;
- Risk valuation - i.e. comparison of the risk estimation results with the assumed criteria for the purpose of determination whether the acceptable risk level has been obtained.

That measure are define among others by FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), HAZOP (Hazard and Operability Study), STAR method (Situation, Task, Action, Results).

Generally incidents are results of 3 source of hazard. Ricing incident can have source within other partners. A very important element of risk management is identification of hazard sources. Imminence develop not only within the scope of own risk (hazard sources and hazard activation regard the same transport organisation), but also within the scope of common risk (hazard sources outside the transport system the hazard activation regards) and external risk (hazard sources outside the transport system). Total risk of the transport organisation must include all three hazard areas (figure 3):

$$R = R_{\text{own}} + R_{\text{common}} + R_{\text{external}} \quad (1)$$

Fig. 3 The area to identify sources of danger

3. Sources external hazards for civil aviation operations

For the purpose of the risk analysis process, a register of sources of hazards for civil aviation operations has been developed (table 1) as well as possible scenarios of their combinations - hazard areas (table 2).

The hazard areas presented in table 2 are a combination of probable hazard sources presented in table 1. The value of the hazard is determined by the number and type of hazard sources (probability of their compilation) as well as the results they can cause, resulting in an incident. Detailed analysis of the particular hazard areas for the proposed hazard sources allows for full assessment of the aviation operator's risk.

Tab. 1 Sources of hazards for the aviation operator

Sources of hazards		
	External	Internal/common
Human factor - Intentional (H.I.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mental diseases 2. Political terrorism 3. Financial terrorism 4. Fundamentalism 5. Alcohol 6. Drugs/designer drugs 7. Prohibited objects 7.1. Explosives 7.2. Short gun 7.3. Long gun 7.4. Sharp tools 7.5. Bacteria/viruses 7.6. Radioactive materials 8. "Overhead" utilities 8.1. Surface-to-air missile launchers 8.2. Grenade launchers 8.3. Hunter rifles 9. False alerts 10. Lasers 11. Drones 12. Theft of technical means 13. Hackers 14. Fires near the airport 15. Vandalism 	<ol style="list-style-type: none"> 16. Mental diseases 17. Alcohol 18. Drugs/designer drugs 19. Bravado
Human factor - Unintentional (H.N.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nervousness during security control 2. Willingness to "help" fellow passengers 3. Panic 4. Bacteria and viruses 5. Radiation 6. Lack of consequence awareness (O.1) 7. Unauthorised flying objects 7.1. Drones 7.2. Flying models 7.3. Ultralight trikes, paragliders, powered paragliders 7.4. Balloons/sky lanterns 8. Fireworks 9. Fires near the airport 	<ol style="list-style-type: none"> 10. Panic 11. Exhaustion 12. Insufficient training 13. Insufficient experience 14. Lack of knowledge of procedures 15. Professional "burnout" 16. Errors in communication 17. Low awareness of hazards 18. Failure to communicate hazards

Tab. 1 (Continued) Sources of hazards for the aviation operator

Sources of hazards		
	External	Internal/common
Technical factor (T)	<ol style="list-style-type: none"> Interferences resulting from external technical and protective measures Unauthorised access to ground devices Unauthorised access to the aircraft Structural errors in technical measures Accumulation of flammable substances 	<ol style="list-style-type: none"> Unauthorised access to ground devices Unauthorised access to the aircraft Structural errors in technical measures Accumulation of flammable substances Incorrectly selected security control measures Computer system failures Station ergonomics Improper repairs Improper inspections Structural errors in technical measurements
Environmental factor (E)	<ol style="list-style-type: none"> Weather anomalies <ol style="list-style-type: none"> Violent wind blows Whirlwinds Persistent fog Heavy rainfalls Heavy snow fall/blizzards Turbulences Fires near the airport Volcanic eruptions Mammals Birds Flood hazards Low grass at the airport High grass at the airport 	<ol style="list-style-type: none"> Stress Amenity rooms Errors in works of handling companies Failure to maintain the runway condition, signage or information
Organisational factor (O)	<ol style="list-style-type: none"> Lack of "safety culture" awareness (H.N.6) Lack of knowledge of the airport requirements High density of people in a small area "Important" events Deficiencies in legal regulations 	<ol style="list-style-type: none"> Lack of operating procedures Errors in operating procedures Errors in training programmes Errors in loading Errors in refuelling Errors in the safety control process Insufficient process monitoring Errors in crisis situation management Lack of hazard control and assessment Improper planning Insufficient funding Political situation Deficiencies in legal regulations

Tab. 2 Identified hazard groups [own study on the basis of the European Aviation Safety Plan (EASp) and CAO Communication]

No	Group of hazards
1	Runway Incursions
2	Runway Excursions
3	Mid-air Collisions
4	Controlled Flight into Terrain
5	Loss of Control In Flight
6	Intrusion into Controlled Airspace
7	Fire, smoke and fumes
8	Intrusion into restricted area of airport
9	Intrusion into restricted area of airport with prohibited items
10	Bomb threat in buildings and facilities
11	Bomb threat on board of the aircraft
12	Hostages at airport area
13	Unlawful seizure of civil aircraft with passengers
14	Unlawful seizure of civil aircraft without passengers
15	Landing unlawful seized civil aircraft at airport
16	Acts of sabotage or diversion
17	Public order disturbances, vandalism
18	Aircraft crashes not related to human activity (weather anomalies)
19	Damage of technical facilities with consequences

4. Identification of threat sources

For the detection of sources of hazards in civil air transport, 273 reports of the Polish Commission for Aircraft Accident Investigation, which point to sources of threats determining events in 2015, were analyzed. Among the investigated events analyzed the threats and their sources. Figure 4 depicts the percentage share of risk groups that determine aviation events in civil aviation in 2015.

Fig.4 Percentage share of risk groups that determine air events in 2015

As a result of the analysis, the following combinations of risk sources were identified:

- unintentional human, technical factor (86 events),
- unintentional human, organizational factor (74 events),
- unintentional human, technical, organizational factor (32 events),
- unintentional human, environmental factor (31 events),
- unintentional human, technical, environmental factor (16 events),
- unintentional human factor (13 events),
- intentional human, environmental factor (4 events),
- unintentional human, organizational, environmental factor (4 events),
- intentional human factor (3 events)
- intentional human, technical factor (3 events),
- intentional human, organizational, environmental factor (2 events),
- intentional human, technical, organizational factor (2 events).

In the reported reports, the following sources of threats were most frequent:

- Human factor: non-observance of procedures (29%), maintenance errors (21%), improper judgment of the pilot (16%), lack of concentration (15%), parachute jumpers (11%), While laying parachute (8%).
- Organizational factor: lack of appropriate pilot and crew training (56%), lack of proper training of parachute jumpers (14%), communication errors (12%), bad organization of work (11%), inadequate driver training (4%) , Incorrect sign (2%), superiors pressure (1%).
- Technical Factor: Motor malfunction (11%), Parachute jams (10%), Communication equipment failure (5%), Brake system failure (3%), Door failure (3%), Parachute damage Failure of the fuel pump (3%), malfunction of the encapsulation system (3%), flap failure (2%), gyro failure (2%), tachometer fault (2%), fatigue failure Parts (2%), damaged cab guard (2%).
- Environmental factor: difficult terrain (39%), difficult atmospheric conditions (32%), change of direction and wind speed (13%), turbulence (7%), loss of heat (7%), collision with bird (2%) .

All reports identified a constantly occurring group of risk sources - the human factor in combination with other hazard areas. The vast majority of events have originated in unintentional activities, and in only a limited number of cases, intentional factors have been reported (5% of all events). Unfortunately, in the analyzed reports for identifying sources of danger, sometimes too general and imprecise definitions were used to impede full analysis. In the predictive safety management approach, a more detailed description based on the schema can be proposed: an air event - the cause of the event (hazard area) - the source of the hazard.

5. Summary

The basis of proper risk management in transport is awareness of hazard sources found in transport organisations and their surrounding and, thus, awareness of the hazards themselves. The common feature of the Chicago and Union conventions, binding both the aviation authorities as well as organisations in the aviation industry, is definition of safety management through proper safety policy, active risk management, continuous monitoring and improvement of obtained results as well as communication and promotion of safety [6].

6. References

- [1] Krystek R. (Editor) Integrated Safety System of Transport, Volume II, Conditions of integration development of safety transport systems, WKŁ, Warszawa 2009
- [2] Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)-Fifth Edition, PMI 2013
- [3] Projects in Controlled Environments PRINCE2, UK Government Crown 2009.
- [4] Pritchard C.: Risk management in projects, Wig-Press, Warszawa 2001.
- [5] Kadziński A.: Chapter 3, Manual of essential aspects of safety and hygiene work pod red. L. Lewicki i J. Wrzesińska, Wyd. Wyższej Szkoły Logistyki w Poznaniu, Poznań 2014.
- [6] Analysis of process entry of safety management in civil aviation of Poland, Report of Polish Aviation Club, Warszawa 2015.

Katarzyna Chrużik DSc. Eng.: *transport safety management systems, measurement and risk assessment, monitoring of technical measures, measurement methods and their application, internal auditor of the SMS and MMS, assessment of the significance of the change, innovation strategy for industry and transport based on innovation, Research in Poland, strategy for improvement of the Security Management System, technological foresight of the development of the public service sector in the Upper Silesian Metropolitan Area (FORGOM)*

OBSZARY ZAGROŻEŃ CYWILNYCH OPERACJI LOTNICZYCH

1. Wstęp

Współczesne podejście do wartościowania transportu opierając się na podejściu procesowym determinują bezpieczeństwo jako nadrzędny czynnik oceny jego prawidłowego funkcjonowania – systemy zarządzania bezpieczeństwem. Celem zarządzania bezpieczeństwem jest wyeliminowanie, a jeżeli jest to niemożliwe, ograniczenie rozmiarów szkód, które mogą wywołać zdarzenia transportowe. Wraz z rozwojem tego obszaru należy tu mieć na uwadze wszystkie możliwe działania, które stosuje się po zaistnieniu zdarzenia (działania reaktywne) oraz te, które wdraża się zapobiegawczo na podstawie analizy wypadków (działania proaktywne) – rysunek 1. Coraz częściej analiza ta opiera się również na działaniach przewidywawczych pozwalających zidentyfikować zagrożenia mało prawdopodobne (będące najczęściej kompilacją nieprawdopodobnych źródeł zagrożeń) które powodują katastrofalne skutki.

Międzynarodowe prawo lotnicze nakłada na operatorów transportowych obowiązek zarządzania ryzykiem operacyjnym, a co za tym idzie opracowywania rejestrów zagrożeń i szacowania poziomu ryzyka w organizacji. Transport powietrzny jest złożonym systemem, łączącym zaawansowane systemy techniczne, operatorów i procedury. Źródła zagrożeń występują we wszystkich tych ściśle ze sobą powiązanych i wzajemnie na siebie oddziałujących obszarach działających w dużym rozproszeniu przestrzennym, przy krótkim horyzoncie czasowym. Bardzo ważnym elementem zarządzania ryzykiem jest więc identyfikacja źródeł zagrożeń nie tylko w zakresie ryzyka własnego (źródła zagrożeń i aktywacja zagrożenia dotyczy tej samej organizacji transportowej), ale również w obszarze ryzyka wspólnego (źródła zagrożeń poza systemem transportowym którego dotyczy aktywacja zagrożenia) i zewnętrznego (źródła zagrożeń poza systemem transportowym). Całkowite ryzyko organizacji transportowej powinno brać pod uwagę wszystkie trzy obszary zagrożeń. W artykule przedstawiono propozycję ujednoliconego rejestru źródeł zagrożeń cywilnych operacji lotniczych i wynikające z niego główne obszary zagrożeń oraz stosowane współcześnie metody detekcji.

Rys. 1 Model zarządzanie bezpieczeństwem w transporcie

2. Metody oceny ryzyka w transporcie

W praktyce w wymaganiach odnośnie zarządzania ryzykiem w transporcie możemy wyróżnić dwa podstawowe podejścia: operacyjne (procesowe i zawodowe) i strategiczne. Zarządzanie operacyjne oznacza zarządzanie przez cele, które polega najogólniej na zespołowym określaniu tego czego oczekuje się od każdej jednostki, komórki organizacyjnej i każdego pracownika, ocenie tego co już zostało osiągnięte oraz formułowaniu i realizowaniu planów usprawnień. Zarządzanie strategiczne oznacza prognostyczne myślenie o zjawiskach i procesach, które wystąpią w przyszłości i będą tworzyć dla organizacji/kraju nowe warunki działania. Wymaga on zatem stałego śledzenia zachodzących zmian w otoczeniu i ich tendencji, ocenę wpływu tych zmian na organizację/obszar i ich doniosłość, wychwycenie zmian najistotniejszych i określenie kluczowych problemów wymagających rozwiązania [1].

Przedstawiona metoda zarządzania ryzykiem w transporcie oparta jest na dwóch najpopularniejszych obecnie sposobach zarządzania ryzykiem ujmujących je jako usystematyzowany proces pozwalający krok po kroku identyfikować, planować i zarządzać ryzykiem zagrożeń podczas planowania i realizowania projektu/procesu [2-4]:

- ryzyko w PMBoK Guide (Project Management Body of Knowledge);
- ryzyko w PRINCE2 (PRojects IN Controlled Environments).

Ze względu na zakres oddziaływania i określające je wymagania prawne, metody oceny zagrożeń opisuje się dla ryzyka operacyjnego: procesowego (krótkie horyzonty czasowe istotne dla organizacji w aspekcie procesu głównego) oraz zawodowego (kombinacja prawdopodobieństwa wystąpienia niepożądanych zagrożeń związanych z wykonywaną pracą i powodujących straty oraz ich skutków dla zdrowia lub życia pracowników - w postaci chorób zawodowych i wypadków przy pracy [5]).

Zarządzanie ryzykiem odnosi się do wszystkich procesów wpływających bezpośrednio lub pośrednio na proces główny organizacji transportowej (przewóz, zarządzanie infrastrukturą, utrzymanie, produkcja). W branży transportowej stosuje się szacowanie i wartościowanie ryzyka zagrożeń. Metoda zarządzania ryzykiem opisana w publikacji (rysunek 2) opiera się na tworzonych w przedsiębiorstwie i dynamicznie modyfikowanych rejestrach zagrożeń, które w określonych odstępach czasu są weryfikowane, poszerzane lub modyfikowane wraz z szacowaniem i wartościowaniem ryzyka zagrożeń. Działania te pozwalają na bezpośrednie zarządzanie zagrożeniami i precyzyjne dedykowanie środków w obszary wycenione jako nieakceptowalne, przy jednoczesnym monitorowaniu i komunikowaniu o zagrożeniach.

Analizując opracowania dotyczące oceny ryzyka w transporcie [1, 5] bezpieczeństwo to stan braku zagrożeń o ryzyku niedopuszczalnym (zagrożenie jest to źródło zdarzenia transportowego). Źródła zagrożenia są twory (np. fizyczne, chemiczne, biologiczne, psychofizyczne, organizacyjne osobowe), których obecność we wskazanym obszarze analiz, stanu, właściwości może być powodem (źródłem) sformułowania zagrożenia.

Ryzyko jest to kombinacja prawdopodobieństwa aktywizacji zagrożenia w zdarzenie transportowe i spowodowanych w związku z tym szkód.

Rys. 2 Model zarządzania ryzykiem w transporcie

Kombinacja źródeł zagrożeń może tworzyć realne zagrożenia, które mogą (lecz nie muszą) przerodzić się w zdarzenie. Podstawą zarządzania ryzykiem w transporcie jest więc świadomość źródeł zagrożeń (na podstawie danych historycznych lub doświadczenia), a co za tym idzie świadomość samych zagrożeń. Działanie to pozwala na szacowanie zidentyfikowanych zagrożeń i odniesienie tych wartości do założonych na początku zakresów, a w przypadku przekroczenia ryzyka zagrożeń (obszar akceptowalny, tolerowalny, nieakceptowalny) do wprowadzenia w procesach działań korygujących i zapobiegawczych, stałym monitorowaniu całego procesu, a także komunikowaniu o zagrożeniach osób bezpośrednio zaangażowanych w proces (pracownicy) oraz jego odbiorców (pasażerowie, osoby postronne) - rysunek 2.

Analiza ryzyka jest to – we wskazanym obszarze analiz systemu transportu – systematyczne używanie wszystkich dostępnych informacji w celu rozpoznania źródeł zagrożeń, sformułowania zagrożeń, oszacowania i hierarchizacji ryzyka. W praktyce operatorzy transportowi przeprowadzają analizy krótkookresowe wynikające z codziennej działalności organizacji (ryzyko operacyjne). Ryzyko to w transporcie związane jest z zagrożeniami technicznymi lub organizacyjnymi. Analizuje się je w podejściu indywidualnym (pojedynczy uczestnik procesu transportowego – pasażer, pracownik, osoby trzecie) oraz grupowym (prawdopodobna liczba ofiar śmiertelnych w jednym zdarzeniu).

Bardzo ważnym elementem zarządzania ryzykiem jest również identyfikacja źródeł zagrożeń nie tylko w zakresie ryzyka własnego (źródła zagrożeń i aktywacja zagrożenia dotyczy tej samej organizacji transportowej), ale również w obszarze ryzyka wspólnego (źródła zagrożeń poza systemem transportowym którego dotyczy aktywacja zagrożenia) i zewnętrznego (źródła zagrożeń poza systemem transportowym). Całkowite ryzyko organizacji transportowej powinno brać pod uwagę wszystkie trzy obszary zagrożeń (rysunek 3):

$$R = R_{\text{własne}} + R_{\text{wspólne}} + R_{\text{zewnętrzne}} \quad (1)$$

Rys. 3 Obszar identyfikacji źródeł zagrożeń

3. Źródła zagrożeń zewnętrznych cywilnych operacji lotniczych

Na potrzeby procesu analizy ryzyka opracowano rejestr źródeł zagrożeń cywilnych operacji lotniczych (tabela 1) i możliwe scenariusze ich kombinacji – obszary zagrożeń (tabela 2).

Przedstawione w tabeli 2 obszary zagrożeń stanowią kombinację prawdopodobnych źródeł zagrożeń przedstawionych w tabeli 1. Wartość zagrożenia determinują liczba i rodzaj źródeł zagrożeń (prawdopodobieństwo ich kompilacji) oraz skutki jakie one mogą wywołać doprowadzając do zdarzenia. Szczegółowa analiza poszczególnych obszarów zagrożeń dla zaproponowanych źródeł zagrożeń pozwala na pełną ocenę ryzyka operatora lotniczego.

Tab. 1 Źródła zagrożeń operatora lotniczego

Czynnik ludzki (H)		
	Zewnętrzne	Wewnętrzne/Wspólne
Intencjonalne (H.I)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Choroby psychiczne 2. Terroryzm polityczny 3. Terroryzm finansowy 4. Fundamentalizm 5. Alkohol 6. Narkotyki/Dopalacze 7. Przedmioty zabronione <ol style="list-style-type: none"> 7.1 Ładunki wybuchowe 7.2 Bron krótka 7.3 Broń długa 7.4 Narzędzia ostre 7.5 Bakterie/wirusy 7.6 Materiały promieniotwórcze 8. Uzbrojenie „powietrzne” <ol style="list-style-type: none"> 8.1 Wyrzutnie ziemia powietrze 8.2 Granatniki 8.3 Broń strzelecka 9. Nieprawdziwe alerty 10. Lasery 11. Drony 12. Kradzież środków technicznych 13. Hakerzy 14. Pożary w pobliżu portu lotniczego 15. Wandalizm 	<ol style="list-style-type: none"> 16. Choroby psychiczne 17. Alkohol 18. Narkotyki/Dopalacze 19. Brawura
Nieintencjonalne (H.N)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zdenerwowanie w trakcie kontroli bezpieczeństwa 2. Chęć „pomocy” współpasażerom 3. Panika 4. Bakterie i wirusy 5. Napromieniowanie 6. Brak świadomości konsekwencji (O.1) 7. Nieuprawnione obiekty latające <ol style="list-style-type: none"> 7.1. Drony 7.2. Modele latające 7.3. Motolotnie, paralotnie, paraplany 7.4. Balony/lampiony 8. Sztuczne ognie 9. Pożary w pobliżu portu lotniczego 	<ol style="list-style-type: none"> 10. Panika 11. Przemęczenie 12. Niedostateczne wykształcenie 13. Brak dostatecznego doświadczenia 14. Nieznajomość procedur 15. „Wypalenie” zawodowe 16. Błędy w komunikacji 17. Niska świadomość zagrożeń 18. Nie komunikowanie o zagrożeniach

Tab. 1 (c.d.) Źródła zagrożeń operatora lotniczego

Czynnik ludzki (H)		
	Zewnętrzne	Wewnętrzne/Wspólne
Czynnik techniczny (T)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zakłócenia wynikające z zew. środków technicznych i zabezpieczeń 2. Nieuprawniony dostęp do urządzeń naziemnych 3. Nieuprawniony dostęp do statku powietrznego 4. Błędy konstrukcyjne środków technicznych 5. Nagromadzenie substancji łatwopalnych 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Nieuprawniony dostęp do urządzeń naziemnych 7. Nieuprawniony dostęp do statku powietrznego 8. Błędy konstrukcyjne środków technicznych 9. Nagromadzenie substancji łatwopalnych 10. Nieprawidłowo dobrane środki kontroli bezpieczeństwa 11. Awarie systemów komputerowych 12. Ergonomia stanowisk 13. Nieprawidłowe naprawy 14. Nieprawidłowe przeglądy 15. Błędy konstrukcyjne pomiarów technicznych
Czynnik środowiskowy (E)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anomalie pogodowe <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Gwałtowne porywy wiatru 1.2 Trąby powietrzne 1.3 Zalegająca mgła 1.4 Ulewne opady deszczu 1.5 Obfite opady śniegu/Zamiecie śnieżne 1.6 Turbulencje 2. Pożary w pobliżu portu lotniczego 3. Erupcja wulkanów 4. Ssaki 5. Ptaki 6. Zagrożenia powodziowe 7. Niska trawa w porcie lotniczym 8. Wysoka trawa w porcie lotniczym 	<ol style="list-style-type: none"> 9. Stres 10. Pomieszczenia socjalne 11. Błędy w pracach firm handlingowych 12. Nieodpowiednie utrzymanie stanu drogi startowej, oznakowania lub informacji
Czynnik organizacyjny (O)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brak świadomości „kultury bezpieczeństwa” (H.N.6) 2. Brak znajomości wymagań portu lotniczego 3. Duże zagęszczenie osób na małej powierzchni 4. „Ważne” wydarzenia 5. Braki w regulacjach prawnych 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Brak procedur operacyjnych 7. Błędy w procedurach operacyjnych 8. Błędy w programach szkoleń 9. Błędy podczas załadunku 10. Błędy podczas tankowania 11. Błędy w procesie kontroli bezpieczeństwa 12. Niedostateczny monitoring procesów 13. Błędy w zarządzaniu sytuacją kryzysową 14. Brak kontroli i oceny zagrożeń 15. Niewłaściwe planowanie 16. Niedostateczne finansowanie 17. Sytuacja polityczna 18. Braki w regulacjach prawnych

Tab. 2 Zidentyfikowane grupy zagrożeń [opracowanie własne na podstawie Europejskiego Planu Bezpieczeństwa Lotniczego (EASp), oraz Komunikatu ULC]

Lp	Grupa zagrożeń
1	wtargnięcia na drogi startowe (Runway Incursions)
2	wypadnięcia z drogi startowej (Runway Excursions)
3	zderzenie w powietrzu (Mid-air Collisions)
4	zderzenie z powierzchnią ziemi w locie kontrolowanym (Controlled Flight into Terrain)
5	utrata kontroli podczas lotu (Loss of Control In Flight)
6	naruszenie przestrzeni kontrolowanej
7	pożar, dym, opary (Fire, Smoke and Fumes)
8	bezprawne wtargnięcie do strefy zastrzeżonej portu lotniczego
9	bezprawne wtargnięcie do strefy zastrzeżonej portu lotniczego z przedmiotami zabronionymi
10	podłożenie materiałów wybuchowych w obiektach i urządzeniach portu lotniczego
11	podłożenie materiałów wybuchowych na pokładzie statku powietrznego
12	zakładnicy na obszarze portu lotniczego
13	zawładnięcie statkiem powietrznym z pasażerami
14	zawładnięcie statkiem powietrznym bez pasażerów
15	lądowanie w porcie lotniczym samolotu zawładniętego
16	akty sabotażu/dywर्सji
17	naruszenia porządku (zakłócenia porządku publicznego, wandalizm)
18	katastrofy lotnicze niezwiązane z działalnością człowieka (anomalie pogodowe)
19	uszkodzenia środków technicznych z konsekwencjami

4. Identyfikacja źródeł zagrożeń

Na potrzeby detekcji źródeł zagrożeń w cywilnym transporcie lotniczym przeanalizowano 273 raportów Polskiej Komisji Badania Wypadków Lotniczych wskazujących źródła zagrożeń determinujących zdarzenia w 2015 roku. Wśród badanych zdarzeń dokonano analizy zagrożeń i ich źródeł.

Na rysunku 4 zobrazowano procentowy udział grup zagrożeń determinujących zdarzenia lotnicze w lotnictwie cywilnym w 2015 roku.

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono wystąpienie następujących kombinacji źródeł zagrożeń:

- czynnik ludzki nieintencjonalny/techniczny (86 zdarzeń),
- czynnik ludzki nieintencjonalny/organizacyjny (74 zdarzenia),
- czynnik ludzki nieintencjonalny/techniczny/organizacyjny (32 zdarzenia),
- czynnik ludzki nieintencjonalny/środowiskowy (31 zdarzeń),
- czynnik ludzki nieintencjonalny/techniczny/środowiskowy (16 zdarzeń),
- czynnik ludzki nieintencjonalny (13 zdarzeń),
- czynnik ludzki intencjonalny/środowiskowy (4 zdarzenia),
- czynnik ludzki nieintencjonalny/organizacyjny/środowiskowy (4 zdarzenia),
- czynnik ludzki intencjonalny (3 zdarzenia),
- czynnik ludzki intencjonalny/techniczny (3 zdarzenia),
- czynnik ludzki intencjonalny/organizacyjny/środowiskowy (2 zdarzenia),
- czynnik ludzki intencjonalny/techniczny/organizacyjny (2 zdarzenia).

Rys.4 Procentowy udział grup zagrożeń determinujących zdarzenia lotnicze w 2015 r.

W badanych raportach najczęściej występowały następujące źródła zagrożeń:

- Czynniki ludzkie: nieprzestrzeganie procedur (29%), błędy w procesie utrzymania (21%), niepoprawna ocena sytuacji przez pilota (16%), brak koncentracji (15%), przyjęcie nieprawidłowej sylwetki przez skoczków spadochronowych (11%), błąd podczas układania spadochronu (8%)
- Czynniki organizacyjne: brak odpowiedniego przeszkolenia pilota oraz załogi (56%), brak odpowiedniego przeszkolenia skoczków spadochronowych (14%), błędy w komunikacji (12%), zła organizacja pracy (11%), nieodpowiednie przeszkolenie kierującego pojazdem (4%), nieprawidłowe oznaczenie (2%), presja przełożonych (1%)

- Czynniki techniczne: nieprawidłowe działanie silnika (11%), zaplątanie się linek spadochronowych (10%), awaria sprzętu do komunikacji (5%), awaria układu hamulcowego (3%), awaria drzwi (3%), uszkodzony spadochron (3%), awaria hydrauliki (3%), awaria pompy paliwowej (3%), nieprawidłowe działanie układu hermetyzacji (3%), usterka kłap (2%), awaria żyroskopu (2%), usterka obrotomierza (2%), uszkodzenie zmęczeniowe części (2%), uszkodzona osłona kabiny (2%)
- Czynniki środowiskowe: trudny teren (39%), trudne warunki atmosferyczne (32%), zmiana kierunku i prędkości wiatru (13%), turbulencje (7%), zanik termiki (7%), zderzenie z ptakiem (2%).

We wszystkich raportach zidentyfikowano stale występującą grupę źródeł zagrożeń - czynnik ludzki w połączeniu z innymi obszarami zagrożeń.

Zdecydowana większość zdarzeń miała źródło w działaniach nieintencjonalnych i jedynie w nielicznych sytuacjach odnotowano czynniki intencjonalne (5% wszystkich zdarzeń). Niestety w analizowanych raportach na potrzeby identyfikacji źródeł zagrożeń czasami użyto określeń zbyt ogólnych i nieprecyzyjnych utrudniających pełną analizę. W erze przewidywawczego podejścia do zarządzania bezpieczeństwem można zaproponować wprowadzenie bardziej szczegółowego opisu opartego na schemacie: zdarzenie lotnicze – przyczyna zdarzenia (obszar zagrożenia) – źródła zagrożenia.

5. Wnioski

Podstawą prawidłowego zarządzania ryzykiem w transporcie jest świadomość źródeł zagrożeń występujących w organizacjach transportowych i ich otoczeniu, a co za tym idzie świadomość samych zagrożeń. Ich prawidłowa ocena pozwala na prowadzenie bezpiecznych przewozów (w których nie występuje nieakceptowalne ryzyko). Stosowane w lotnictwie wymagania prawne i dobre praktyki w zakresie detekcji źródeł zagrożeń są na tyle doskonałe na ile doskonałe jest przewidywanie realnych zagrożeń i szacowanie ich ewentualnych skutków.

6. Literatura

- [1] Krystek R. (Redaktor) Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu, Tom II, Uwarunkowania rozwoju integracji systemów bezpieczeństwa transportu, WKŁ, Warszawa 2009.
- [2] Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)-Fifth Edition, PMI 2013.
- [3] PRINCE2, Crown 2009.

- [4] Pritchard C.: Zarządzanie ryzykiem w projektach, Wig-Press, Warszawa 2001.
- [5] Kadziński A.: Rozdział 3, Podręcznik Istotne aspekty BHP pod red. L. Lewicki i J. Wrzesińska, Wyd. Wyższej Szkoły Logistyki w Poznaniu, Poznań 2014

dr hab. inż. Katarzyna Chrużik: systemy zarządzania bezpieczeństwem w transporcie, pomiary i ocena ryzyka, monitorowanie środków technicznych, metody pomiarowe i ich zastosowanie, audytor wewnętrzny Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS) i Utrzymaniem (MMS), ocena znaczenia istotności zmiany, strategia rozwoju przemysłu i transportu w oparciu o innowacje oraz badania naukowe w Polsce, strategia doskonalenia Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem, Foresight technologiczny rozwoju sektora usług publicznych w Górnośląskim Obszarze Metropolitalnym (FORGOM).