

**UNIVERSITY OF ŽILINA**

**Faculty of Operation and Economics of Transport and Communications**

**Air Transport Department**



**CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE**

**Faculty of Transportation Sciences**

**Department of Air Transport**

**BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

**Faculty of Mechanical Engineering**

**Institute of Aerospace Engineering**

# **New Trends in Civil Aviation 2016**

*Under the patronage of the Rector of University Žilina*

*Dr.h.c. Professor Tatiana Čorejová*

**Žilina**

**22. September 2016**

*Name of publication* New Trends in Civil Aviation 2016

*Type of publication* Proceedings of the conference New Trends in Civil Aviation 2016 containing recent results of research and development in the field of civil aviation held in Žilina on September 22<sup>th</sup> 2016

All scientific papers were reviewed by two members of Scientific committee

*Issued by* Air Transport Department  
*Printed by* EDIS vydavateľstvo Žilinskej univerzity  
*ISBN* ISBN 978-80-554-1252-8  
*Year* 2016 / first edition  
*Print Run* 50 pcs.

*Contact* University of Žilina  
Air Transport Department  
Univerzitná 8215/1  
010 26 ŽILINA  
Slovakia

The publication did not pass by the editorial correction.

## Conference Chair

**doc. Ing. Martin Bugaj, PhD**

## Scientific and Program Committee

*Chair:*

**doc. Ing. Martin Bugaj, PhD**

*Comittee:*

**prof. Ing. Andrej Novák, PhD. (SK)**

**doc. Ing. Benedikt Badánik, PhD. (SK)**

**doc. Ing. Anna Tomová, CSc. (SK)**

**doc. Ing. Alena Novák Sedláčková, PhD. (SK)**

**Ing. Filip Škultéty, PhD. (SK)**

**doc. Ing. Ján Bálint, CSc. (SK)**

**doc. Ing. Stanislav Szabo, PhD. (CZ)**

**doc. Ing. Vladimír Němec, PhD. prof. h. c. (CZ)**

**doc. Ing. Jaroslav Juračka, PhD. (CZ)**

**doc. Ing. Jiří Hlinka, PhD. (CZ)**

**Ing. Jiří Chlebek, PhD. (CZ)**

**Ing. Michal Červinka, PhD. (CZ)**

**dr hab. inż. Paweł Drożdziel (PL)**

**dr hab. inż. Anna Stelmach (PL)**

**dr inż. Tomasz Łusiak (PL)**

All papers in these proceedings were subject to peer reviewer.

## Organizing Committee

**Ing. Eva Endrizalová, PhD.**

**Ing. Filip Škultéty, PhD.**

**Ing. Jakub Kraus, PhD.**

**Ing. Robert Popela, PhD.**

**Mgr. Juliana Blašková**

# TABLE OF CONTENTS

1. SAFETY PERFORMANCE INDICATORS FOR THE PROVISION OF THE AIR NAVIGATION SERVICES WITHIN THE EUROPEAN UNION .....	6
<i>DOC. ING. JÁN BÁLINT, CSC.</i> <i>ING. MÁRIA KOVÁČOVÁ</i>	
2. MEZIKONTINENTÁLNI PROVOZ NÍZKONÁKLADOVÝCH LETECKÝCH SPOLEČNOSTÍ.....	12
<i>OPERATION OF INTERCONTINENTAL LOW COST AIRLINES</i> <i>DOC. ING. HELENA BÍNOVÁ, PH.D.</i>	
3. ASPEKTY ÚNAVY LETOVÝCH POSÁDOK.....	16
<i>FATIGUE ASPECTS OF FLIGHT CREWS</i> <i>ING. ANDREA BREZOŇÁKOVÁ</i>	
4. ANALÝZA ONLINE DISTRIBÚCIE LETENIEK .....	20
<i>ANALYSIS OF ONLINE AIRLINE TICKET DISTRIBUTION</i> <i>EVA ENDRIZALOVÁ</i> <i>IVETA KAMENÍKOVÁ</i> <i>DAVID EISELT</i>	
5. NEW TRENDS IN AVIATION EDUCATION AND TRAINING .....	24
<i>ING. KAROL GÖTZ</i> <i>PROF. ING. ANTONÍN KAZDA, CSC.</i> <i>DOC. ING. BENEDIKT BADÁNIK, PHD.</i>	
6. AIRCRAFT OPERATION IN BUSINESS AVIATION.....	28
<i>ING. JÚLIA HANKOVSKÁ</i>	
7. PROBLEMATIKA A VÝVOJ LEGISLATÍVY BEZPILOTNÝCH PROSTRIEDKOV - UAV NA SLOVENSKU.....	32
<i>PROBLEMS AND DEVELOPMENT OF UAV LEGISLATION - UAVS IN SLOVAKIA</i> <i>ING. ŠIMON HOLODA</i> <i>DOC. ING. BRANISLAV KANDERA, PHD.</i>	
8. PROGRAM FOR THE MODELLING OF THE MOVEMENT AND NUMBER OF SPOTTERS AROUND THE AIRPORT .....	36
<i>ING. DAVID HŮLEK</i> <i>ING. STANISLAV ABSOLON</i> <i>ING. MARTIN NOVÁK, PH.D.</i>	
9. VYUŽITIE SIMULAČNÉHO PROGRAMU WITNESS V LETECTVE.....	40
<i>THE WITNESS SIMULATION APPLICATION IN AEROSPACE</i> <i>ING. MICHAL JANOVEC</i> <i>ING. ROMAN POPROCKÝ, PHD.</i>	

10. VYBRANÁ METÓDA HODNOTENIA EFEKTÍVNOSTI NAVIGAČNÝCH LIETADLOVÝCH KOMPLEXOV .....	44
<i>SELECTED METHODS OF ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF AIRCRAFT NAVIGATION COMPLEXES</i>	
<i>PROF. ING. TOBIÁŠ LAZAR, CSC.</i>	
<i>DOC. ING. PAVOL KURDEL, PHD.</i>	
<i>DOC. ING. JUDR. ALENA NOVÁK SEDLÁČKOVÁ, PHD.</i>	
11. ANALÝZA VÝKONNOSTI ATM V EURÓPE A V USA .....	48
<i>ANALYSIS OF ATM PERFORMANCE IN EUROPE AND THE USA</i>	
<i>ING. LUCIA MELNÍKOVÁ, PHD.</i>	
<i>ING. EDINA JENČOVÁ, PHD.</i>	
<i>ING. VLADIMÍR BEGERA, PHD.</i>	
<i>BC. HANA MAJORSKÁ</i>	
12. POSTUP RIEŠENIA STRATY ZAPÍSAanej BATOŽINY .....	54
<i>PROCEDURES TO ADDRESS THE LOSS OF CHECKED BAGGAGE</i>	
<i>ING. LUCIA MELNÍKOVÁ, PHD.</i>	
<i>ING. TOMÁŠ PUŠKÁŠ</i>	
<i>BC. DOMINIKA VITKOVIČOVÁ</i>	
13. VÝSKUMNÉ A VZDELÁVACIE LABORATÓRIA KATEDRY LETECKEJ DOPRAVY ŽILINSKEJ UNIVERZITY V ŽILINE .....	60
<i>RESEARCH AND EDUCATIONAL LABORATORIES OF THE AIR TRANSPORT DEPARTMENT, UNIVERSITY OF ŽILINA</i>	
<i>PROF. ING. ANDREJ NOVÁK, PHD.</i>	
14. ROZŠÍRENIE ÚDRŽBY LIETADIEL NA LETISKU ŽILINA .....	64
<i>EXTENSION OF AIRCRAFT MAINTENANCE AT ŽILINA AIRPORT</i>	
<i>ING. PAVOL PECHO</i>	
<i>PROF. ING. PETER ZVOLENSKÝ, CSC.</i>	
15. MAPPING OF COOPERATIVE SURVEILLANCE SYSTEMS USING SSR TRANSPONDER'S REPLIES ANALYZE .....	69
<i>STANISLAV PLENINGER, ING., PH.D.</i>	
<i>TOMÁŠ LIPTÁK, ING.</i>	
16. CONTRIBUTION OF HAZARD AND RISK MODELLING IN AIR TRANSPORT .....	73
<i>VLADIMÍR PLOS</i>	
<i>PETER VITTEK</i>	
17. ŠPECIÁLNE POŽIADAVKY PRE SPRACOVANIE NEBEZPEČNÝCH ZÁSIELOK .....	76
<i>SPECIAL REQUIREMENTS FOR THE PROCESSING OF DANGEROUS ITEMS</i>	
<i>ING. JÁN ROSTÁŠ, PHD.</i>	
18. ČLENSTVO V LETECKÝCH ALIANCIÁCH A SYSTÉM ICH RIADENIA .....	81
<i>MEMBERSHIP AIRLINE ALLIANCES AND SYSTEMS OF THEIR MANAGEMENT</i>	
<i>DOC. ING. JUDR. ALENA NOVÁK SEDLÁČKOVÁ, PHD.</i>	
<i>DOC. ING. PAVOL KURDEL, PHD.</i>	
<i>ING. BORIS MREKAJ</i>	
19. OBSTACLE COLLISION AVOIDANCE SYSTEMS IN HEMS HELICOPTERS .....	86
<i>ING. FILIP ŠKULTÉTY, PHD.</i>	
<i>BC. ADAM LÍNEK</i>	

20. PODNIKANIE REGIONÁLNYCH LETECKÝCH DOPRAVCOV AKO PERSPEKTÍVNA OBLASŤ EKONOMICKÉHO VÝSKUMU .....	90
<i>THE BUSINESS OF REGIONAL AIR CARRIERS AS A PROMISING AREA OF ECONOMIC RESEARCH</i>	
<i>ING. FILIP ŠKULTÉTY, PHD.</i>	
<i>DOC. ING. ANNA TOMOVÁ, CSC.</i>	
<i>ING. IVANA KIRSCHNEROVÁ</i>	
21. ASISTENČNÍ SYSTÉM PRO PODPORU VÝKONNOSTI PILOTA PŘI PŘISTÁVACÍM MANÉVRU .....	93
<i>ASSISTANCE SYSTEM FOR SUPPORT PILOT PERFORMANCE DURING THE LANDING MANEUVER</i>	
<i>ING. MIROSLAV ŠPLÍCHAL, PH.D.</i>	
<i>ING. JIŘÍ CHLEBEK, PH.D.</i>	
22. BIZNIS MODEL: LINGVISTICKÁ ANALÝZA POJMU A REFLEXIA V LETECKEJ DOPRAVE..	99
<i>THE BUSINESS MODEL: LINGUISTIC ANALYSIS AND REFLECTION CONCEPT IN AIR TRANSPORT</i>	
<i>DOC. ING. ANNA TOMOVÁ, CSC.</i>	
<i>ING. MATÚŠ MATERNA</i>	
23. CRAWL AND STRESS AMONG AIR TRAFFIC CONTROLLERS .....	105
<i>ING. JURAJ VAGNER, PHD.</i>	
<i>ING. EDINA PAPPOVÁ, PHD.</i>	
24. MERANIE TEPOVEJ FREKVENCIE AKO UKAZOVATEĽA PSYCHOFYZIOLOGICKEJ ZÁŤAŽE VO VÝCVIKU PILOTOV .....	108
<i>HEART RATE AS AN INDICATOR OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL LOAD IN PILOT TRAINING</i>	
<i>ING. IVETA VAJDOVÁ, PHD.</i>	
<i>DOC. ING. STANISLAV SZABO, PH.D., MBA, LL.M</i>	
<i>ING. VLADIMÍR SOCHA, PHD.</i>	
25. PASSNEGERS' SATISFACTION AS A KEY FACTOR FOR AIRPORT BUSINESS AND HANDLING ACTIVITIES.....	112
<i>ING. ROMAN VOKÁČ</i>	
<i>DOC. ING. STANISLAV SZABO, PH.D., MBA, DR. HC.</i>	
26. FIRST MEANS OF FLIGHT RECORDS AT CIVILIAN AIR TRAFFIC CONTROL STATIONS IN CZECHOSLOVAKIA .....	115
<i>PROF. ING. VĚRA VOŠTOVÁ, CSC.</i>	
<i>ING. JIŘÍ ŠÁLA</i>	
27. DEVELOPMENT OF PAPER AND ELECTRONIC STRIPS AT AREA CONTROL CENTRE PRAHA .....	117
<i>PROF. ING. VĚRA VOŠTOVÁ, CSC.</i>	
<i>ING. JIŘÍ ŠÁLA</i>	
28. PRINCÍP FUNGOVANIA PASÍVNEHO RADARU.....	120
<i>PRINCIPLE OF OPERATION OF PASSIVE RADAR</i>	
<i>NIKOLAS ŽÁČIK, ING.</i>	
29. AUTOMATICKÉ ZÁVISLÉ SLEDOVANIE V SÚČASNOSTI.....	125
<i>TODAY'S AUTOMATIC DEPENDENT SURVEILLANCE</i>	
<i>NIKOLAS ŽÁČIK, ING.</i>	

# *SAFETY PERFORMANCE INDICATORS FOR THE PROVISION OF THE AIR NAVIGATION SERVICES WITHIN THE EUROPEAN UNION*

*doc. Ing. Ján Bálint, CSc.*

Flight Preparation Department, Faculty of Aeronautics, Technical University of Kosice, Slovakia  
jan.balint@tuke.sk

*Ing. Mária Kováčová*

Safety Department, LPS SR, š.p., Slovakia  
maria.kovacova@lps.sk

*Abstract* – In civil aviation safety has the highest priority and the main aim is to provide safe services to all passengers. Despite of average 2% growth of air traffic the safety within the European Union has to be ensured. For this main goal and its achievement the European commission set performance targets for member states by its regulation.

The performance scheme should contribute to sustainable development of the air transport system by improving the overall efficiency of air navigation services across the key performance areas of safety, environment, capacity and cost-efficiency.

The key performance indicators for safety are effectiveness of safety management system, the application of severity classification for the reported occurrences in air traffic by using Risk Assessment Tool and adoption of just culture principles.

The objective of a Safety Management System (SMS) is to provide a structured management approach to control safety risks in operations. Effective safety management must take into account the organization's specific structures and processes related to safety of operations. The effectiveness of safety management system is measured by the level of implementation of the following Management Objectives:

- (i) Safety policy and objectives;
- (ii) Safety risk management;
- (iii) Safety assurance;
- (iv) Safety promotion;
- (v) Safety culture.

The safety performance can be monitored via incidents which happened within controlled airspace. The main goal of European commission is to ensure the application of the same risk assessment methodology to determine the severity of the incident. The severity varies from accident up to incident without any immediate impact on safety. To ensure such harmonized approach the Risk Assessment Tool has to be use by every member state of the European Union.

The third performance indicator – “just culture” principles application by every member state and every organization in EU, should ensure proper environment for efficient reporting system within aviation. This effective reporting culture depends on how

those organizations, regulatory authorities and states handle blame and punishment.

What is needed is a “just culture”, an atmosphere of trust in which people are encouraged, even rewarded, for providing essential safety-related information - but in which they are also clear about where the line must be drawn between acceptable and unacceptable behaviour.

Safety analysis and investigation of these incidents are necessary and effective means of improving safety, by learning the appropriate lessons from safety occurrences and adopting preventative actions.

All these performance indicators are set up by European commission to ensure increase of airspace capacity, decrease of cost and provide adequate safety.

**Key words** – safety, indicators, air traffic management, air navigation service, safety management system, just culture, risk analysis tool, performance, the European Commission, effectiveness, severity, occurrence, reporting system, recommendation

## **I. INTRODUCTION**

In aviation, safety has the highest priority and the main aim is to provide safe travelling to all passengers. Air travel is considered to be one of the safest ways of travelling compared to other means of transport such as trains, buses or cars.

If we look up the meaning of “safety” in a dictionary, we find a simple definition that safety is the absence of potential harm. The International Civil Aviation Organisation (ICAO) provides operational definition for term “safety” – “the state in which responsibility of harm to persons or property is reduced to and maintains at or below an acceptable level through a continuing process of hazard identification and risk management. Safety management system is a systematic approach to managing safety, including the necessary organisational structures, accountabilities, policies and procedures [ICAO definition].

In Europe, over the past 10 years safety level within aviation has been stable and taken as guaranteed. In spite of an average 2% growth of air traffic, the safety within the European Union has to be ensured. To achieve this main goal, the European Commission set performance targets for member states by its regulation.

All member states of the European Union have agreed that proactive safety approach is needed and must take priority before an air crash happens and not just take measures after the investigation of accidents for safety improvement.

In air traffic management these safety performance indicators are clearly established for both service provision level as well as for regulatory oversight level. Performance based regulations are considered as an effective tool to manage safety in high consequence operations as aviation certainly is.

## II. AIR TRAFFIC MANAGEMENT AND CURRENT SITUATION IN EUROPE

The air traffic management composes of air traffic control, airspace management and air traffic flow management. The main activity of air traffic control is maintaining a safe distance between aircraft and obstacles within a confined airspace and also on the airport surface.

Air space management is used to maximize, within a given airspace structure, the utilization of available airspace by dynamic time sharing and segregation of airspace among competing categories of users based on short-term needs. To ensure these services there is need to use maximum capacity of airspace management. For this purpose air traffic flow management is used, which ensures an optimum flow of air traffic through areas during times when demands (is expected to) exceed the available capacity of ATC service.

Just to have a brief overview of the air traffic growth in EUROPE. In 2014 the average traffic growth was by 1,7%. Overall, four of the five busiest European States (France, UK, Italy and Spain) reported a flight growth rate for 2014 of at least 2% on average. The growth in Germany, the busiest European state was slightly above 1% in 2014, weakened by decreases on traffic flows with strong partners like Poland, France, North-Atlantic and Russian Federation. For the first eight months of the year, the European traffic remained on average 1.9% above the 2013 traffic levels.

From September, the average traffic growth was slower (+0.8% on average, compared to the same period in 2013) owing to the start of the Winter Schedules, the worsening of the Russian economy and industrial action (e.g. France, Germany, Italy, Belgium).

As illustrated by the map shown in Figure 1 and 2, 2014 has been marked by major changes in traffic patterns in South East Europe owing to specific events. First, the crisis in Ukraine leading to the closure of the Crimean airspace (Apr. 14) followed by the closure of Eastern Ukraine (MH17 crash, Jul. 14), and many aircraft operators finally bypassed the whole Ukrainian airspace (Nov. 14).

As a result, flows between North-West Europe and South-East Asia/Middle-East, progressively avoided Ukraine, hence Moldova, and were re-routed more southerly, mainly through Turkey, Bulgaria, Romania and Hungary (double-digit over flight growth rates). Russian flows to/from holiday destinations (e.g. Turkey, Egypt) were re-routed through the Baltic States, Poland, Slovakia, Bulgaria, Romania and Hungary. Second, the Libyan airspace closure (Aug. 14) had an adverse impact on Maltese over flights: flows between North-West Europe and Southern Africa were shifted either eastwards through Greece or westwards (Tunisia/Morocco). Third, the conflicts in Syria, Iraq and the partial unavailability of Sinai Peninsula (Nov. 14) shifted some over flights through Greece and Cyprus. [Ref. 1]

ESRA08		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	AAGR 2021/2014	RP1 2014/2011 AAGR	RP2 2019/2014 AAGR
IFR Flight Movements (thousands)	H					9,834	10,228	10,675	11,089	11,487	11,957	12,332	3.6%		3.6%
	B	9,784	9,548	9,447	9,604	9,750	10,039	10,310	10,588	10,852	11,166	11,397	2.5%	-0.6%	2.5%
	L					9,638	9,803	9,876	10,001	10,124	10,263	10,343	1.1%		1.1%
Annual Growth (compared to previous year)	H					2.4%	4.0%	4.4%	3.9%	3.6%	4.1%	3.1%	3.6%		3.6%
	B	3.1%	-2.4%	-1.1%	1.7%	1.5%	3.0%	2.7%	2.7%	2.5%	2.9%	2.1%	2.5%	-0.6%	2.5%
	L					0.4%	1.7%	0.8%	1.3%	1.2%	1.4%	0.8%	1.1%		1.1%

Figure 1 – Summary of the flight forecast for Europe.

Based on the prediction of air traffic growth, the European Commission expects that the volume of traffic in EU will be doubled by 2020, and of course its main objective is to keep the same safety levels as they are nowadays. The last aircraft accident with a direct impact on air traffic service providers was in 2002 known as Überlingen mid-air collision. A set of regulations for performance of air navigation service providers was established on the European level to ensure that safety within the European Union will be kept on a tolerable safety level.

The performance scheme should contribute to sustainable development of the air transport system by improving the overall efficiency of air navigation services across the key performance areas of safety, environment, capacity and cost-efficiency.

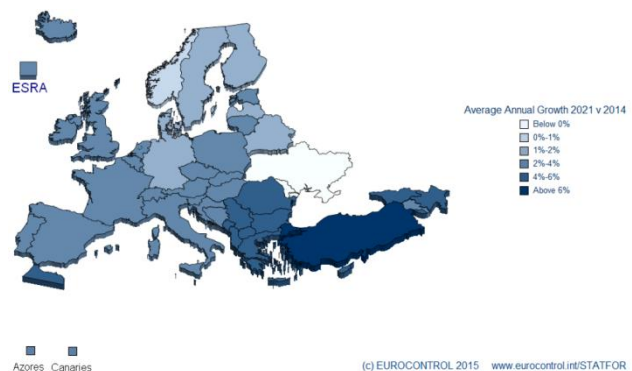


Fig. 2 - Average annual flight growth 2014-2021 per State.

## III. STAKEHOLDER REQUIREMENTS

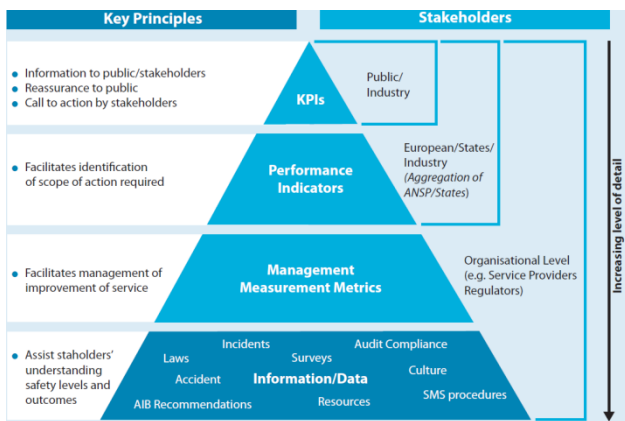
It is important that the definition and purpose of each high-level safety KPI is documented and clearly communicated to all stakeholders. Figure 3 indicates the key principles for KPIs for different stakeholders, while recognizing the need to assist stakeholders in obtaining appropriate understanding of safety levels and outcomes.



A holistic approach to performance monitoring is an essential input to safety decision making. It is important to ensure that good safety performance is attributed to efficient performance of the safety system and not simply to a lack of incidents. Very essential is that chosen metrics match the requirements of the stakeholders and decision-makers involved in safety improvements.

Stakeholders in wider aviation industry and the general public require a relatively small number of indicators which can give an instant “feel” for the overall position regarding safety performance. Conversely, those involved in the management of the services concerned need a more detailed set of metrics on which base decisions regarding the management of the services and facilities being reviewed [Ref. 2].

The pyramid figured below provides an outline of the key principles for KPIs for various stakeholders, where level of detail is much higher at the bottom of the pyramid than at the top. This was governing principle for the development and use of safety indicators.



**Fig. 3 - Key principles on Stakeholders' requirements for safety performance.**

#### IV. SAFETY KEY PERFORMANCE INDICATORS

Measures of safety performance have to be interactive to cover all aspects of the systems that they address and reflect both system failures (e.g. accident, incidents) and indicators of the proper functioning of critical system components [Ref.3].

The current safety performance philosophy considers measurement from the perspective of two main types of indicators:

- *Lagging indicators*, to measure events (e.g. safety occurrences, such as accidents, incidents) that have happened. They also measure whether safety improvement activities have been effective in mitigating identified risk. Lagging indicators measure the outcome of the service delivery.
- *Leading indicators*, identified principally through the comprehensive analysis of the organisations (providers, regulators, States). They are designed to help identify whether the providers and regulators are taking actions or have processes that are effective in lowering the risk. ATM safety framework maturity measurement, safety

audits and safety surveys are examples of leading indicators.

There is an assumed relationship between the two, which suggests that improved performance in a leading indicator will drive better performance in the lagging indicator. Improved rules, regulations, oversight and procedures will lead hopefully to fewer errors within various layers of organisation and hence to less safety occurrences [Ref. 4].

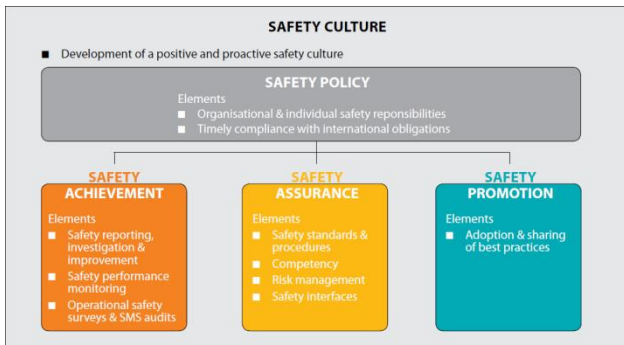
European Commission regulations 1035/2011 laying down common requirements for the provision of air navigation services and amending Regulations (EC) No 482/2008 and 691/2010 laying down a performance scheme for air navigation services and network functions and amending Regulation (EC) No 2096/2005 laying down common requirements for the provision of air navigation services establish safety key performance indicators in ATM:

- the effectiveness of safety management as measured by a methodology based on the ATM Safety Maturity Survey Framework,
- the application of the severity classification of the Risk Analysis Tool to allow harmonised severity assessment of Separation Minima Infringement, Runway Incursions and ATM Specific Technical Events at all Air Traffic Control Centres,
- just culture.

#### V. EFFECTIVENESS OF SAFETY MANAGEMENT SYSTEM (SMS)

The overall status of ATM safety management is assessed through the review of a number of key elements of safety management (or “Study Areas”). Each Study Area has a clear definition and is linked directly to both quantitative and/or qualitative results. The Study Areas are in line with the SMS Standard which consists of a ‘system enabler’ (Safety Culture), and a framework of four components – Safety Policy, Safety Achievement, Safety Assurance, and Safety Promotion (see figure 4). Together, they are considered to constitute a mature situation for a systematic safety framework as illustrated in figure 5 below.

Effective safety management requires commitment to safety on the part of everyone in the organisation. Contemporary thinking is that organisations are not immune from cultural considerations. The priority of safety must be demonstrated in the attitudes, decisions and methods of operation at all levels. The success of an SMS is completely dependent on the development of a positive and proactive Safety Culture in the ANSP organisation.



**Fig. 4 – Safety Management System Standard**

Area No.	ANSP Study Areas
<b>Safety Culture</b>	
SA1	Development of a Positive and Proactive Safety Culture
<b>Safety Policy</b>	
SA2	Organisational and Individual Safety Responsibilities
SA	Timely Compliance with International Obligations
<b>Safety Achievement</b>	
SA4	Safety Standards and Procedures
SA5	Competency
SA6	Risk Management
SA7	Safety Interfaces
<b>Safety Assurance</b>	
SA8	Safety Reporting, Investigation and Improvement
SA9	Safety Performance Monitoring
SA10	Operational Safety Surveys and SMS Audits
<b>Safety Promotion</b>	
SA11	Adoption and Sharing of Best Practices

**Fig. 5 – SMS Maturity framework**

The methodology is designed to take account of a number of essential issues:

- Each Study Area has a clearly defined goal;
- Each Study Area has distinct sub-objectives, as appropriate, to clarify what is being measured and what maturity level is appropriate for organisations answering the questionnaire;
- Consolidating replies from the Study Areas and across respondents, allows an opinion to be formed with respect to the ATM safety maturity levels.

The interviews are used to explore and validate respondents’ answers given in the questionnaire and are structured in a way to obtain as much feedback as possible on safety related issues.

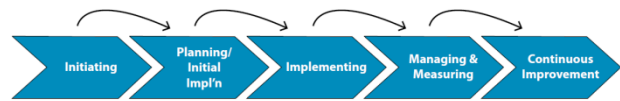
The questionnaires have a graded scale of responses that correspond to five categories of safety maturity (from initiating being the lowest to Continuous Improvement being the highest). These categories are:

- Level 1: Initiating
- Level 2: Planning/Initial Implementation
- Level 3: Implementing
- Level 4: Managing and Measuring
- Level 5: Continuous Improvement

These categories have been designed so that, using the specimen answers provided, the service provider in each State can give the most appropriate graded answer to each question.

All requirements for the previous stage/level must be fully satisfied before proceeding to the next stage of the model. No maturity stages can be skipped.

Only if all the elements of one maturity level are fully observed by an organisation can that maturity category be selected. If an organisation has elements in various adjacent maturity categories then they shall take a conservative approach and select the lower maturity level [Ref. 10].



**Fig. 6 – Maturity level flow**

The 5 categories are derived from the CMMI (Capability Maturity Model® Integration). The initial Capability Maturity Model (CMM v1.0) was developed by the Software Engineering Institute (following an approach of IBM) and specifically addressed software process maturity.

CMMI adoption in industry is not a “one-size-fits-all”. Some adopt CMMI with or in addition to other approaches, such as: Six Sigma, Agile Methods, TSP/PSP, ISO 9000/9001, IEEE Standards, RUP, Balanced Scorecard.

For the above reasons was decided in ATM the CMMI model to derive the revised safety maturity scale for Air Navigation Service Providers (ANSPs).

ANSPs should strive to go beyond the minimum level of competency and push their organisation to beyond the level 1 of Implementing and achieve the level 4 of Managing and Measuring - (which is about quantitative management and represents a maturity level characterised by improving organisational performance) and even the level 5 of Continuous Improvement, for the safety management system processes and procedures but also for the safe services delivered during operations.

Historical results for elements contained in the *Implementing level 1* can be exploited to make trade-offs, with predictable results, among competing dimensions of business performance (safety, cost, quality of service, efficiency/ delays).

Additional process areas covered by the *Managing and Measuring level 4* include: *Organisational process* performance: setting norms and targets for process performance & *Quantitative safety management*: executing and managing safety based on statistical quality-control methods.

The *Continuous Improvement level 5* represents a process maturity characterized by rapidly reconfigurable organisational safety performance as well as quantitative, continuous process improvement. Additional safety process areas include: *Causal analysis and resolution*: proactive safety management and safety best practice reinforcement & *Organisational innovation and deployment*: establishing a learning organisation that organically adapts and improves.

## VI. RISK ANALYSIS TOOL (RAT)

The Risk Analysis Tool (RAT) provides a method for consistent and coherent identification of risk elements. It also allows users to effectively prioritise actions designed to reduce the effect of those elements. The RAT tool has evolved over time to be a sophisticated yet simple program for quantifying the level

of risk present in any air incident. Requiring only a brief series of program inputs to produce a valid result, the tool expresses the relationship between actions and consequences and provides a quantifiable value to these relationships.

The objective of the safety occurrence classification exercise is to produce a severity and risk or recurrence assessment for safety occurrences. The evaluation should therefore assess the likely consequence of such occurrence(s), including the question as to whether it is likely to re-occur and the likelihood of it doing so. The mark sheet system retains the principles of a question-based scoring system as it provides an objective basis for judgement which is easy to use.

The number of aircraft involved in the occurrence determines or confirms the type of safety occurrence.

The scores for the criteria in assessing Severity and Risk are representative for each individual criterion. There is no hierarchy between criteria and no trade-off shall be done between them. The information to score the criteria comes from the investigation process. This tool supports the investigator in classifying the safety occurrence in an objective manner. Whenever there is not enough information available to score a criterion or there are disagreements between investigators, the disputed criterion is left un-scored.

Each mark sheet has two key sections:

A: *Severity* – the overall severity of one occurrence is built up from the risk of collision/proximity (separation and rate of closure) and the degree of controllability over the incident.

There is also a specific spreadsheet to enable the scoring of ATM Specific Occurrences (i.e. technical failures affecting the capability to provide safe services) where the severity is looked at differently i.e. it considers the failure criticality, the coverage of the failure and the required time to restore the ATM function affected or to fail-safe to a degraded mode by introducing contingency measures.

B: *Repeatability* – this section computes the probability that a similar occurrence will recur in the future.

Both these sections have a number of sub elements to be scored. For each specific situation the values are not fixed and can be adjusted by the investigator within the provided values.

At the top of each mark sheet is an overall set of indicators that provide an ongoing dynamic view of how the Severity and Risk of Recurrence classification is progressing as users work through the mark sheet. Figure below provides brief overview of these indicators.

Five RAT mark sheets cover a wide number of types of likely events:

- An occurrence involving more than one aircraft - usually for incidents with airborne aircraft, e.g. usually involving separation minima infringements.
- An occurrence involving more than one aircraft under tower control. This includes situations where:
  - a) both aircraft are airborne;
  - b) both aircraft are on the ground;
  - c) one aircraft is airborne and one aircraft is on the ground.

- An occurrence where there is an encounter between aircraft and a vehicle. The aircraft could be on the ground or it could be airborne.
- An occurrence where only one aircraft is involved (e.g. an airspace infringement, a level bust without a second aircraft involvement, a loss of separation with ground and/or obstacles).
- ATM specific occurrences – technical occurrences influencing the capability to provide safe ATM services.

Through developing a harmonised method that can be used across Europe and the US, over time, a consistent set of results can be built that will allow the sharing and aggregation of safety data [Ref. 11].

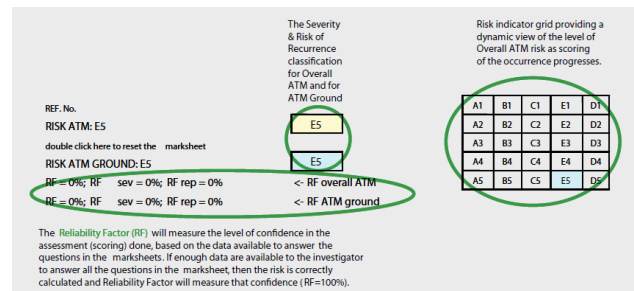


Fig. 7 – Risk analysis tool metric example

## VII. JUST CULTURE MEASUREMENT

A just culture requires an understanding of the various processes and commitments by both safety specialists and the judiciary. A just culture is based on the assumption that controllers and pilots can make mistakes and that only a member of the judiciary can decide what is an “honest mistake” and what constitutes intentional or reckless behaviour.

“Just culture” does not mean complete protection of front-line operators in the event of aviation incidents and accidents. Nobody can be above the law, and interpreting acceptable or unacceptable behavior or actions remain the responsibility of the national judiciary.

Indeed, the administration of justice, in particular in the domain of criminal law, constitutes one of the pillars of a State’s sovereign functions.

In Europe already exists effective and focused rules and regulations on the protection of safety data but there are limits to what can be addressed by safety legislation. In this context, a just culture signifies the need to establish communication and training initiatives amongst the aviation safety sector, regulators, law enforcement and the judiciary to avoid unnecessary interference and to build mutual trust in and an understanding of the relevance of activities and responsibilities of the front line operators in aviation.

The just culture is measured at EU level according to its legislation by means of questionnaire, where areas, such as policy, roles and responsibilities, training, occurrence reporting and investigation as well as the legislation are evaluated for the presence or otherwise of the elements conducive of just culture within the organization and/or State.

For the KPIs to be useable and meaningful, robust safety data needs to flow through the system without barrier in the form of cultural issues. Changing any type of culture is difficult and therefore takes time. However, building a Just Culture is a key enabler in improving the level of occurrence reporting.

### VIII. CONCLUSION

The monitoring of safety performance in the European airspace should be a non-stop activity. Information gathered within the monitoring process must be comprehensive and timely, enabling an appropriate action to be taken. There is a need to publish the results of safety performance monitoring for the benefit of those who may not be close to the management and decision-making processes, but seek appropriate assurance on the current state and trends of the indicators. Through these safety key performance indicators, all stakeholders, passengers and general public are assured that acceptable level of safety is ensured.

### REFERENCES

- [1] DE BONDT Ann, LELEU Claire: EUROCONTROL Seven-Year Forecast September 2014, Flight Movements and Service Units 2014 – 2020, STATFOR Doc542, pp. 1-5.
- [2] Monitoring of ATM Safety Performance, [http://www.skybrary.aero/index.php/Monitoring\\_of\\_ATM\\_Safety\\_Performance](http://www.skybrary.aero/index.php/Monitoring_of_ATM_Safety_Performance), 9 January 2015, pp. 1-4.
- [3] AMER M. YOUNOSSI, CHARLES HUBER: A common approach to safety performance measurement, Safety Management International Collaboration Group, 20 April 2010, pp. 1-3.
- [4] TONY LICU, EVE GRACE\_KELLY: 3rd SAFREP TF Report to Provisional Council European ATM Safety Performance Indicators, ATM Safety Framework Maturity Survey Methodology for ANSPs, Released - Edition 1, pp. 7-18.
- [5] A.L.C.ROELEN, M.B.KLOMPSTRA: The challenges in defining in aviation safety performance indicators, Preprint for PSAM 11 and ESREL 2012, 25-29 June 2012, Helsinki, pp. 1, 6.
- [6] ICAO: International standards and practices, ANNEX 19 to the Convention on International Civil Aviation, Safety Management, First edition, July 201

# MEZIKONTINENTÁLNÍ PROVOZ NÍZKONÁKLADOVÝCH LETECKÝCH SPOLEČNOSTÍ

## OPERATION OF INTERCONTINENTAL LOW COST AIRLINES

**doc. Ing. Helena Bínová, Ph.D.**

Ústav letecké dopravy, ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Česká republika  
binova@fd.cvut.cz

**Ing. Petr Bulej**

ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Česká republika  
petrbulej@gmail.com

**Abstract** – *issues with Intercontinental Operation of Low-cost Airlines is very current topic. Low-cost Airlines are currently having significant share in the air transport on short and medium-haul flights. This trend has not that widely shown on longer intercontinental routes. Classical airlines in particular in Europe and North America are maintaining their position on long-haul flights. We can expect to grow Airlines that will deal with long-distance transport in the future. The aim is a proposal of Intercontinental operation of Low-cost Airlines on selected routes.*

**Key words** – Low-cost airlines, cost, planning.

### I. ÚVOD

Nízkonákladové letecké společnosti nabízejí cestujícím nesrovnatelně nižší cenu proti klasickým dopravcům na úkor snížené kvality cestování. Tento trend se projevil jako velmi životaschopný a v dnešní době už nikdo nepochybuje, že nízkonákladové letecké společnosti mají pevné místo na trhu. Nízká cena je dána snížením nákladů na minimum za podmínky splnění přepravních podmínek. Je účelné zabývat se návrhem mezikontinentálního provozu nízkonákladových leteckých dopravců na vybraných tratích a posoudit, zda je dnes možné letecké spojení tohoto typu uskutečnit. Zaměření na Evropu a Severní Ameriku je logické, neboť na těchto tratích je největší potenciál pro tento způsob dopravy.

Základním bodem pro úspěch mezikontinentálních letů nízkonákladových společností bude udržet letadlo co nejdéle dobu ve vzduchu a co nejkratší dobu na zemi.

### II. VÝBĚR VHODNÉHO LETADLA

Boeing 787 – je určen zejména na střední a dlouhé tratě. Pro potřeby nízkonákladových společností na dlouhé vzdálenosti bude zapotřebí maximálního využití kapacity letadla. Proto se dá očekávat, že letadla budou objednáвана pouze v jedné nebo ve dvou třídách tak, aby byla zaručena co největší přepravní kapacita, maximální využití pro ekonomickou třídu (3-3-3 nebo

3-4-3), cca 20 míst pro lepší ekonomickou třídu (kvalitnější služby). Velkou výhodou B787 je úspornost provozu. [3,13]

Boeing 747-8 - je vhodným letadlem pro použití na mezikontinentálních tratích nízkonákladových dopravců na základě spolehlivosti a velmi malé poruchovosti. Ekonomickou výhodou jsou nižší náklady na jednoho přepraveného cestujícího. Údaje od firmy Boeing uvádějí, že B747-8 je o 10% lehčí a o 11% úspornější (převedeno na jednoho cestujícího) než Airbus A380. [3,13]



**Obrázok 1 – B747-8I.**

Zdroj: [http://www.boeing.com/Features/2Q11/Q3/img/bca\\_747-8\\_majestic\\_first\\_flight\\_120Q.jpg](http://www.boeing.com/Features/2Q11/Q3/img/bca_747-8_majestic_first_flight_120Q.jpg)

Airbus A350 - technické řešení má zajistit vylepšení aerodynamických vlastností a snížení spotřeby paliva. Celkově všechna vylepšení, podle firmy Rolls-Royce, zaručují až o 10% nižší spotřebu než u srovnatelné konkurence. [1]

Airbus A380 - největší dopravní letadlo na světě je velmi zajímavým letadlem pro nízkonákladové společnosti, zejména díky velké kapacitě pro cestující. Při konfiguraci do jedné nebo dvou tříd je ideálním letadlem na nevytíženější linky. [2]

**Tabulka I** – B787, B747-8, A350, A380 - základní údaje [4,5,7]

<b>Boeing</b>	<b>787 - 8</b>	<b>787-9</b>	<b>787-10</b>
<b>Počet cestujících [min./max]</b>	210/250	250/290	300/330
<b>Max. dolet [km]</b>	14200 – 15200	14800 - 15750	12964
<b>Přibližná cena [mil.USD]</b>	211,8 - 288, 7		
<b>Boeing</b>	<b>747-8I</b>	<b>747-8F</b>	
<b>Počet cestujících [min./max]</b>	467	neuvádí se	
<b>Max. dolet [km]</b>	14815 km	8130 km	
<b>Přibližná cena [mil.USD]</b>	cca 357		
<b>Airbus</b>	<b>350 - 800</b>	<b>350 -900</b>	<b>350 -1000</b>
<b>Počet cestujících [min./max]</b>	276	315	369
<b>Max. dolet [km]</b>	15300	14350	14800
<b>Přibližná cena [mil.USD]</b>	225,2 – 285,2		
<b>Airbus</b>	<b>380 - 800</b>		
<b>Počet cestujících [min./max]</b>	525/853		
<b>Max. dolet [km]</b>	15700		
<b>Přibližná cena [mil.USD]</b>	246,3		

### III. SYSTÉMY ODBAVENÍ

Systémy při odbavení cestujících, zavazadel a carga jsou pro nízkonákladové společnosti jednou z největších možností, jak ušetřit náklady. Stání letadla na letišti je velmi drahé, a proto je třeba tento čas zkrátit na minimum, a to i za podmínky sníženého pohodlí cestujících.

Pro cestující je možné se předem odbavit pomocí internetu, což snižuje náklady společnosti za odbavovací služby, ovšem pouze v případě, že cestující má pouze příruční zavazadlo. V případě většího zavazadla se používá tzv. společný check-in. Až při samotném odbavení pracovník určí cílovou destinaci cestujícího a vytiskne mu palubní vstupenku. Tento způsob opět snižuje náklady za odbavení, nevýhodou je velká pravděpodobnost lidské chyby. Cestující musí být minimálně 30 min před odletem v odletové bráně. U klasických společností převládá pravidlo posledního možného času nástupu do letadla 10 minut před plánovaným odletem. [6]

Díky různým vlivům se stává, že letadlo může stát na stojance více jak hodinu. U některých společností bylo zavedeno pravidlo rušení cestujících z letu 25 minut před plánovaným odletem, pokud nemají odbavené zavazadlo v nákladovém prostoru, anebo 15 minut v případě odbaveného zavazadla. Tento krok je následně nevratný.

Větší zavazadla jsou standardně odbavena přes přepážku check-in s následným rozdělením podle příslušných letů. Tento způsob odbavení je využíván klasickými dopravci, kteří nezaplatují odbavení zavazadel. Nízkonákladové společnosti stanovují velikost a hmotnost příručního zavazadla, kontrola probíhá při vstupu do letadla s nulovou tolerancí. V případě, že se příruční zavazadlo nevejde do rámu, cestující je nucen zaplatit poplatek, který může převýšit i cenu letenky. Nestandardní odbavení zavazadel je i za stavu, kdy jsou schránky v kabině letadla plné a není možné zde další zavazadla umístit. Přebytková zavazadla je nutno odbavit do nákladového prostoru letadla, což je časově náročné.

Všechny tyto problémy se zavazadly lze očekávat i u mezikontinentálních letů, pouze ve větším měřítku.

### VYLEPŠENÍ POSTUPŮ ODBAVENÍ DÁLKOVÝCH LETADEL

Standardní odbavení dálkového letadla u klasické společnosti, jako je Boeing 747 nebo Airbus A380 může trvat až dvě hodiny. Tento čas bude nutné zkrátit na minimum, a to i za cenu snížení pohodlí cestujících, což je pro tento druh přepravy akceptovatelné.

Změna zasáhne nástup cestujících. U dálkových dopravních letadel s počtem více než 500 cestujících je nezbytné urychlit celý nástup. Již dnes fungují nástupní mosty pro zadní dveře letadla, přistavení zadního nástupního mostu je složitější a vyžaduje maximální opatrnost, aby nedošlo k poškození letadla. U menšího počtu cestujících nemusí být časová úspora přínosem, na rozdíl od velkého počtu cestujících, kdy bude tento systém velmi přínosný a výrazně zkrátí čas nástupu. Důležité bude také jednoznačné usměrnění cestujících. U letadla typu A380 je možné uvažovat i o dvojici mostů nad sebou. Samozřejmostí při nástupu bude striktní dodržování podmínek nastavených leteckou společností. [12]

Při odbavení zavazadel musí dojít k zásadním změnám systému a postupů, protože zachování systému, který funguje u kontinentální dopravy, by byl nezvládnutelný. Jedná se o zabavování zavazadel u letadla, případně v letadle po nástupu cestujících. Na některých letech dochází k nežádoucí situaci, kdy počet zavazadel, odbavených standardním způsobem je menší než zabavených u letadla. V měřítku velkého dopravního letadla by mohl být tento počet tak velký, že není v silách personálu, aby takové množství dokázal naložit. Několik hodin před odletem letadla bude třeba posoudit, kolik lze očekávat odbavených zavazadel do nákladového prostoru letadla a následně informovat cestující o možnosti bezplatného odbavení zavazadla do nákladového prostoru.

Hranice pro spuštění bezplatného odbavení zavazadel se dá odhadnout a vzniká převážně na stejných letech. Jedná se o spojení s nejlevnější cenou letenek do preferovaných destinací. Tento způsob odbavení zavazadel je důležitý i z důvodu jiného rozložení nákladového prostoru dálkových letadel. Kvůli jednoduší manipulaci se využívá leteckých kontejnerů (ULD).

### IV. VÝBĚR VHODNÝCH DESTINACÍ

Výběr vhodné destinace je jedním z nejdůležitějších faktorů pro úspěšnost nízkonákladové společnosti na mezikontinentálních letech. Je třeba najít taková letiště, která budou atraktivní pro cestující, ale zároveň levná pro letecké společnosti. U těchto letů bude toto rozhodování ovlivněno i možnostmi pro přistání velkých dálkových letadel na menších letištích, která jsou více vzdálená od centra měst, a tedy levnější. Toto bude záviset na délce vzletové a přistávací dráhy a také na možnosti odbavení cestujících. Pro letadlo Airbus A380 s osmi sty cestujícími na palubě je výběr cílových destinací velmi omezen. Lze předpokládat, že letecké společnosti budou usilovat o úpravy některých letišť tak, aby bylo možné tato letadla přijímat.

V současné době je atraktivní linkou pro nízkonákladové společnosti spojení velkých evropských měst s americkým kontinentem. Tyto spoje jsou oblíbené i pro klasické společnosti jako jsou Lufthansa, KLM, Delta, nebo American Airlines. Zavedení některé nízkonákladové společnosti, jako

alternativa stávajícím společností, může přinést velký úspěch pro nízkonákladové dopravy.

Jednou z možností je vytvoření nové nízkonákladové společnosti pouze pro mezikontinentální lety, která nebude závislá na velkých hub letištích. Dále může být účelná spolupráce dvou nízkonákladových společností, kdy jedna společnost provozuje svoji síť linek v Evropě a druhá společnost operuje v Severní Americe. Záleží na dohodě obou dopravců.

## V. POSTUP PŘI PLÁNOVÁNÍ LETU

Podstatou je, aby celková vzdálenost byla co nejmenší a aby čas i celková spotřeba paliva byla co nejnižší. U nízkonákladových společností, jako i v ostatních činnostech, je velká snaha o co nejnižší náklady a právě naplánování letu je jedním z rozhodujících faktorů, jestli linka bude výnosná nebo bude ve ztrátě. Jedná o naplánování množství paliva, protože je to největší položka v nákladech. Palivo ovlivňuje řada faktorů, a je složité naplánovat let tak, aby se blížil ideální trati s minimálním množstvím paliva. [8,9]

Pro naplánování letu byla vybrána trasa z Ameriky do Evropy. Je to jedna z nejvyužívanějších tras s velkou perspektivou i pro budoucí nízkonákladové společnosti. Dalším důvodem pro výběr byla složitost naplánování takového letu.

### HMOTNOST A VYVÁŽENÍ

Vyvážení letadla před vzletem a kontrola hmotnosti je základní úkon, a to zejména z pohledu bezpečnosti celého letu.

### NAPLÁNOVÁNÍ LETOVÉ TRATĚ

Pro plánování letu je nutno využívat letových cest. Naplánování letu v Evropském letovém prostoru je ovlivněno intenzivním provozem. Ve špičkových časech se zvyšuje pravděpodobnost přetížení některé z tratí a z důvodu bezpečnosti není možné povolit další let, což může způsobit zvýšení nákladů. Je třeba komunikovat se systémem, který spravuje organizace Eurocontrol. [10]

K výběru nejhodnější tratě pro let také patří posouzení meteorologické situace v dané oblasti a dané výšce. [11]

Kritický bod trati PET (Point of Equal Time), tedy kritický bod na trati - čas letu zpět k letišti odletu a k cílovému letišti je totožný. Právě na mezikontinentálních letech se jedná o zásadní informaci.

$$X = \frac{GS_{cil} + GS_{domu}}{D \times GS_{domu}}$$

kde:

$X$  - vzdálenost od letiště odletu do kritického bodu

$D$  - celková vzdálenost,

$GS$  - groundspeed.

Bod bezpečného návratu PSR (Point of Safe Return), označovaný jako bod ne-návratu, je poslední možný moment letu, kdy je letadlo schopno se vrátit na letiště odletu, případně na jeho zálohu, tak aby zůstalo v nádržích požadované finální množství paliva.

$$T = \frac{E \times GS_{domu}}{GS_{cil} + GS_{domu}}$$

kde:

$T$  - čas z letiště odletu do bodu PSR

$E$  - výdrž,

$GS$  – groundspeed.

ETOPS (Extended Range Twin-engine Operations) jsou lety dvoumotorových letounů s prodlouženým doletem, tzn. že záložní letiště je dále než šedesát minut letu. Tato hodnota je dána především typem letadla, provozovatelem a jeho záznamy o spolehlivosti. Nejvíce je využívána na mezikontinentálních letech, které vedou nad vodní plochou. Trať bez ETOPS může být výrazně delší, a tím i nákladnější – jde tedy o významný údaj pro nízkonákladové lety.

Při plánování letu je zásadní kontrola stavu letiště, od kterého se ETOPS počítá (NOTAMy) a předpovídaného počasí, dále musí být vytvořen nebo upraven seznam minimálního vybavení (Minimum Equipment list - MEL). Využívání ETOPS zvyšuje nároky na údržbu letadel.

Letový prostor NAT (North Atlantic Track) je prostor mezi Evropou a Amerikou nad Atlantickým oceánem rozdělený do pěti řízených celků: Reykjavik, Gander, Shanwick, New York a Santa Maria. Důvodem rozdělení je velký provoz mezi Evropou a Amerikou.

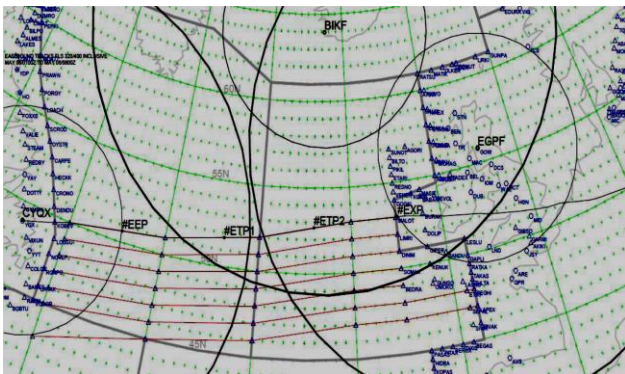
## VI. NAPLÁNOVÁNÍ REÁLNÉHO LETU Z AMERIKY DO EVROPY

Byl vytvořen plán, který by bylo možné použít v reálném provozu. Pro naplánování letu byl zvolen let z mezinárodního letiště Gander (CYQX) do Prahy (LKPR) dne 5.5.2015 23:55. Pro zpracování byl použit kód pro pravidelná meteorologická hlášení (METAR) a předpověď počasí pro letiště (TAF) a byly vypsány letové tratě pro prostor NAT. Dále byl vytvořen provozní letový plán a zpracován loadsheet.

Traťová mapa s mapou ETOPS jsou na následujících obrázcích.



Obrázok 2 – Traťová mapa [4]



Obrázok 3 – Mapa ETOPS [4]

## VII. VYHODNOCENÍ EKONOMICKÉ NÁROČNOSTI

Je nutno posoudit relativní výši nákladů k celkovým příjmům. Nízkonákladové společnosti jdou až na limity únosnosti. Je nutno zvážit i pravděpodobnost případného ohrožení bezpečnosti cestujících a celého leteckého provozu. Posouzení ekonomické náročnosti je proto základním požadavkem.

Největší položkou v nákladech je palivo. Tato část může dosáhnout až 60% celkových nákladů. Při větší váze paliva má letadlo větší hmotnost, a tedy i spotřebu. Důležitým faktorem je i cenový index, tedy poměr celkových nákladů na provoz letadla a nákladů na palivo. Trasa letu, jeho výška, směr větru a další faktory jsou pro spotřebu paliva zásadní.

Výraznou položkou v celkových nákladech je část vyhrazená na letecký personál. U pilotů letadel je to zejména jejich výcvik a udržování kvalifikací, které jsou potřebné pro udržení licencí. Tyto náklady se letecké společnosti dlouhodobě snaží přesunout na samotné piloty. Tato opatření snižují letecké společnosti náklady, ale zároveň vytváří velký ekonomický tlak na piloty, což může negativně ovlivnit bezpečnost letectví.

Největší investicí pro letecké společnosti je nákup dopravních letadel. Pro mezikontinentální lety je nutno uvažovat o nejdražších letounech.

## VIII. ZÁVĚR

V příštích letech lze očekávat rozvoj nízkonákladových leteckých společností na mezikontinentálních tratích, a to zejména u stávajících společností, které mohou vytvořit vlastní dálkové mezikontinentální lety jako návaznost na svojí dosavadní síť linek. Určitý prostor bude i pro nově vzniklé společnosti, které budou založeny pouze za účelem mezikontinentálních letů.

V Asii nebo Austrálii již dálkové nízkonákladové společnosti úspěšně fungují. Norská letecká společnost, jako jedna z prvních nízkonákladových společností, zavedla letecké spojení Velké Británie a USA, není však tolik radikální v

úsporách nákladů a její přístup k cestujícím se v řadě případů přibližuje klasickému dopravnímu.

Je to tedy dobrý ukazatel velkého potenciálu těchto leteckých spojení. Pokud vstoupí na trh velká společnost, která zavede stejně přísná a úsporná opatření, jako ve svých kontinentálních letech, bude cena letenky ještě mnohem nižší než doposud, což umožní cestovat na mezikontinentálních tratích dalším cestujícím, kteří by za normálních okolností tyto lety nemohli využívat.

Rozvoj mezikontinentálních letů nízkonákladových společností je zčásti způsoben i vývojem v oblasti leteckých technologií, které mají za následek úspornější a prostornější letadla, což umožní snížit cenu na minimum při zachování ziskovosti letů.

Důležitým faktorem při snaze o úspory je i zachování vysoké míry bezpečnosti.

Výstup je aplikovatelný při návrhu nové letecké linky. Následně lze zhodnotit a reálně posoudit jednotlivé dílčí náklady a zvýšit příjmy, případně omezit náklady tak, aby letecké spojení bylo ziskové.

## REFERENCES

- [1] Airbus S.A.S.2015. A350 XWB batteries  
<http://www.airbus.com/presscentre/pressreleases/press-release-detail/detail/airbus>
- [2] Airbus S.A.S 2015. Emirates A380  
<http://www.airbus.com/newsevents/news-events-single/>
- [3] Airplane Characteristics for 747-800.  
<http://www.boeing.com/assets/>
- [4] Bína, L., Bínová, H., Ploch, J., Žihla, Z.:Provozování letecké dopravy a logistika. Praha, ISBN: 978-80-7402-855-7, 2014.
- [5] Bulej, P.: Mezikontinentální provoz nízkonákladových leteckých společností, diplomová práce, Praha, 2015
- [6] European Aviation Safety Agency. EU-OPS-Subpart J
- [7] Finances Online. 8 Most expensive plane  
<http://financesonline.com/8-most-expensive-planes-in-the-world-how-much-does-it-cost-to-fly-like-the-elite/>
- [8] Flight Global. Flightdeck, wing and engines key to design.  
<http://www.flightglobal.com/news/articles>
- [9] Flight Global. The rape of Laker  
<http://www.flightglobal.com/pdfarchive/view/>
- [10] ICAO, European and North Atlantic Office.North Atlantic Operations and Airspace Manual. 2013
- [11] Kameníková, I. The Development of Meteorological Services in Civil Aviation. In: Aeronautika 15, Lublin, ISBN 978-83-7947-149-2, 2015
- [12] Szabo, S., Němec, V., Soušek, R.: Management bezpečnosti letiště. Brno, ISBN 978-80-7204-933-2, 2015
- [13] The Boeing Company. <http://www.boeing.com/boeing/>



# ASPEKTY ÚNAVY LETOVÝCH POSÁDOK

## DOTERAJŠIE VÝSKUMY NA LETOCH NA KRÁTKE VZDIALENOSTI

### FATIGUE ASPECTS OF FLIGHT CREWS

**Ing. Andrea Brezoňáková**

Externá doktorandka, Katedra leteckej dopravy, Žilinská univerzita v Žiline

Andrea.Brezonakova@norwegian.com

**Abstract** – *The fatigue syndrome has been under review since the 60ties. It came up with larger development of air travel and long haul flights. Many studies focused onto the influence of fatigue on human body while travelling across time zones. These studies eventually led to introduction of CAP 371 and development of SAFE module that aims to monitor and prevent fatigue related incidents of flight crews. A lesser attention has been payed to the short haul related fatigue that differs from long haul related fatigue by many factors - such as time of report for duty, length of the duty, number of sectors, number of consecutive days or night flights. Three main studies have been done - with KLM UK, bmi and Britannia Airways. Even less attention was contributed to the low cost operation that allowed maximised usage of crews. The aim of this article is to approach the various studies done in fatigue research and their legal impact.*

**Key words** – fatigue, únava leteckej posádky, SAFE module, diaľkové lety, lety na krátke vzdialenosti, doba v službe, čas začatia služby, spánok, nočné služby

#### I. POČIATOČNÉ ŠTÚDIE

S rozvojom civilnej leteckej dopravy, zväčšovaním prepravnej kapacity a doletu dopravných lietadiel vyvstal problém únavy leteckej posádky. Predovšetkým so zriadením diaľkových letov sa vedci zamerali na problematiku "fatigue" - únavy posádok. Skúmali príčiny jej vzniku, analýzu, prípadné následky, ale aj na možnosti prevencie a mitigácie. Prvé štúdie vysvetľujúce jav únavy leteckých posádok sa začali objavovať v sedemdesiatych rokoch minulého storočia a položili základy k vytvoreniu prvej edície dokumentu CAP 371 (Civil Aviation Publication 371) z roku 1975. Neskôr sa štúdie zameriavali hlavne na problematiku diaľkových letov a problémov adaptácie ľudského organizmu na rozdiel časových pásiem. Pre Britský letecký úrad (CAA UK) vykonávala tieto výskumy spoločnosť QinetiQ v spolupráci s jej predchodcom DERA (Defence Evaluation and Research Agency), DRA (Defence Research Agency) a RAF Institute for Aviation Medicine. QinetiQ vytvoril špeciálny testovací model na meranie pozornosti. Piloti mali za úlohu vyplniť v daných časových intervaloch zápisník, ktorý tak získaval subjektívne dáta. Časť výskumu prebiehala meraním

elektrickej aktivity mozgu počas spánku na hoteli alebo v palubných kójach. Pre zložitosť inštalácie prístrojov sa tohto typu merania zúčastnilo iba niekoľko desiatok pilotov, pričom subjektívne dáta zo zápisníkov boli zozbierané z väčšej vzorky pilotov. Dosiahol sa tak primeraný pomer subjektívnych dát a objektívnych meraní z prístrojov.

O niečo menej pozornosti sa venovalo krátkym linkám, na ktoré vplyva mnoho faktorov - obdobie dňa, dĺžka služby, počet odletených sektorov, čas začatia služby, či počet za sebou nasledujúcich dní v službe. Vo Veľkej Británii sa uskutočnili tri štúdie, ktoré boli vykonané v leteckých spoločnostiach KLM UK, bmi a Britannia. Každá z nich mala svoje špecifiká, o ktorých sa zmienim neskôr v článku.

Poznatky získané zo štúdií boli implementované do modelu SAFE (System for Aircrew Fatigue Evaluation), ktorý na základe algoritmov a týchto faktorov vyhodnocuje faktor únavy v individuálnych rozpisoch služieb:

- údaje o službe - jej začiatku a ukončení, údaje o letiskách vzletu a pristátia, počet letov počas trvania služby pre dvojpilotnú posádku
- v zosilnenej posádke uvažuje s odpočinkom počas letu - tieto údaje sú požadované v rámci diaľkových letov
- počet prekročených časových pásiem, ich vplyv na zmenu cirkadiálneho cyklu a kumulatívnu únavu, ako aj schému spánku<sup>1</sup>

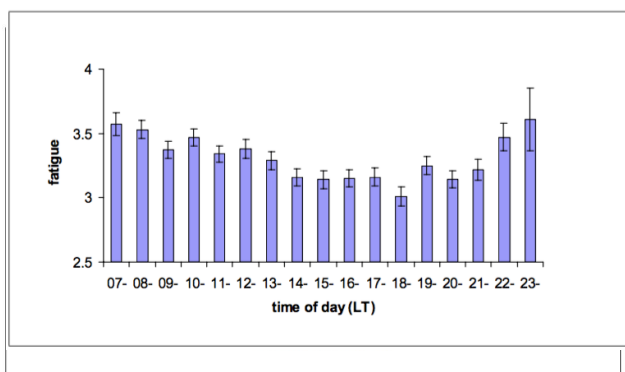
SAFE model využívajú v celosvetovom merítku letecké spoločnosti a letecké úrady, medzi nimi britský CAA, CASA v Austrálii, singapurský CAAS a GCAA v Dubaji.

#### II. ŠTÚDIE NA LETOCH NA KRÁTKYCH LINKÁCH

Lety na krátke vzdialenosti sú náročné na vyššie pracovné zaťaženie posádok, viacero letových sektorov počas jednej služby, krátkych časov odbavenia, počtom skorých služieb a nočných prestojov.<sup>2</sup> Výskum fatigue, ktorý sa spočiatku sústredil na diaľkové lety a s ním spojené prelietavanie časových pásiem, sa po istej dobe musel zamerať aj na problematiku letov na krátke vzdialenosti.

<sup>1</sup> <http://www.frmsc.com/the-safe-suite/the-safe-model/>, 06.septembra 2016

<sup>2</sup> CAA Paper 2005/04: Aircrew Fatigue: A Review of Research Undertaken on Behalf of the UK Civil Aviation Authority



Letová prevádzka spoločnosti KLM UK pozostávala z prevádzky na viacerých bázach v rámci Veľkej Británie a Holandska. Lietali sa vnútroštátne linky a destinácie ležiace na severozápade Európy. Letové dni boli teda viacsektorové (často štyri lety v rámci jednej služby, niekedy päť alebo šesť letov) a krátkeho trvania. Prevádzka sa skladala zo skorých služieb a nočných prestojov, avšak nie z nočných letov.

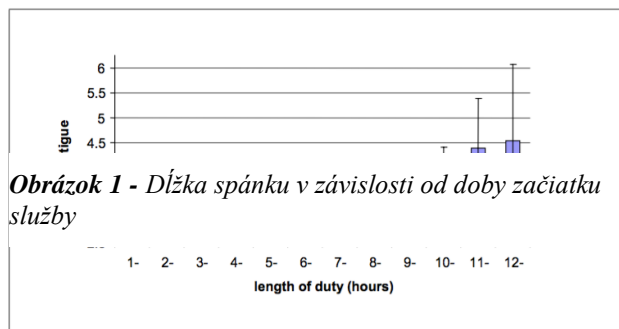
Štúdia bola vykonaná na základe zápisníkov, do ktorých sa zaznačovala odhadovaná únava jednotlivca po ukončení každého letu a s ním spojená pracovná záťaž, ktorá po dohode s posádkami bola označovaná ako "ťažkosť" (hassle). Je to síce nesprávny pojem, pretože vyjadruje iba jeden aspekt pracovnej záťaže, avšak tento pojem bol zvolený pre ľahšiu zrozumiteľnosť a žargon charakteristický pre cieľovú skupinu.

Zobierané údaje vykazovali tretinu z celkového počtu služieb so začiatkom pred siedmou hodinou ráno, v prevažnom rozsahu dvoch až štyroch letov za deň a zopár z nich boli služby s piatimi alebo šiestimi letmi za deň. Sekvencia služieb v pracovnom bloku sa pohybovala od dvoch do šiestich dní.

Dĺžka a kvalita spánku po službe sa zlepšovala s progresívnym oneskorením služieb. Hlavná zmena nastala pri službách začínajúcich pred deviatou hodinou ráno, kde bol spánok zredukovaný v priemere o polhodinu pripadajúcu na každú hodinu pred deviatou hodinou ráno. Skoré služby pred siedmou hodinou ráno zaznamenali nárast únavy ekvivalentnej službe predĺženej o tri hodiny. Hoci sa spánok zlepšoval s každým dňom v pracovnom bloku, nezaznamenal však zvýšenie pozornosti.

Ostatné faktory zahŕňali čas prepravy na letisko, spánok na hoteli a jednohodinový časový posun dopredu do stredo európskeho času.

Z analýzy hodnôt pracovnej záťaže sa dala vyvodit' odolnosť voči únave v konkrétnej hodine pracovného dňa. Najlepšie a najnižšie výsledky vykazovali lety neskoro poobede. Únava stúpala lineárne s dĺžkou služby v koeficiente 0,17, vyjadrenou v sedemstupňovej Samn-Perelliho stupnici.



**Obrázok 1 - Dĺžka spánku v závislosti od doby začiatku služby**

**Obrázok 3 Vplyv dĺžky služby na únavu**

Jeden alebo dva lety za deň nezaznamenali veľký rozdiel pri hodnotení úrovne únavy. Každý let navyše však zvýšil únavu ekvivalentnú službe dlhšej o hodinu a dvadsať minút. S každým dňom v týždennom bloku sa únava zvýšila ekvivalentne o 20 minút dlhšej službe. Hodnotenie pracovnej záťaže (ťažkosť)

**Obrázok 2 - Fluktuácia únavy počas dňa**

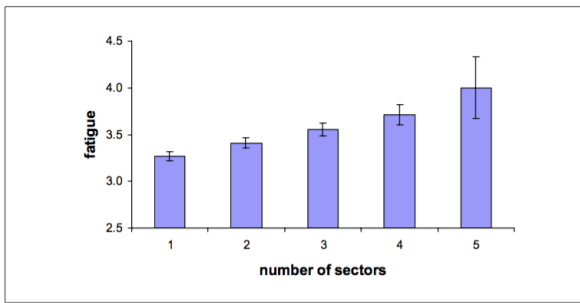
zvyšovalo priamo úmerne hodnoty únavy, ako aj lety do/z Schipholu a službami s vyšším počtom letov a službami s letovými meškami.

Štúdia v KLM UK poskytla dostatočné údaje pre monitorovanie únavy, čo sa týka skorých služieb a viacúsekových letových dní, avšak bol potrebný ďalší výskum, aby sa tieto hodnoty potvrdili.

#### BMI

Dobrym adeptom na ďalšie skúmanie sa stalo britské bmi, ktoré malo skladbu letového poriadku veľmi podobnú KLM UK - prevádzkovalo krátke lety z Británie na európsky kontinent so skorými službami, mnohými so začiatkom pred šiestou hodinou ráno. Pracovné bloky a celková denná doba v službe boli však dlhšie. Rezonujúcimi faktormi boli "ťažkosť", čas dňa, doba v službe a počet letov za deň.

Štúdia potvrdila výsledky predchádzajúcej štúdie z KLM UK, avšak dopad na únavu pri opakovaných ranných službách nebol až tak vážny, než ako sa predpokladalo. Kumulatívny efekt únavy sa pridával každým dňom a bol ekvivalentný 40 minútam predĺženia doby v službe. Únava sa zvyšovala s každým letom navyše - jej zvýšenie hodnoty z jedného na štyri lety za deň bolo úmerné službe dlhšej o 2,77 hodiny.



Výsledky oboch štúdií boli zakomponované do modelu SAFE pre monitorovanie a predikciu únavy počas dlhých alebo skorých konsekutívnych služieb na krátkych linkách

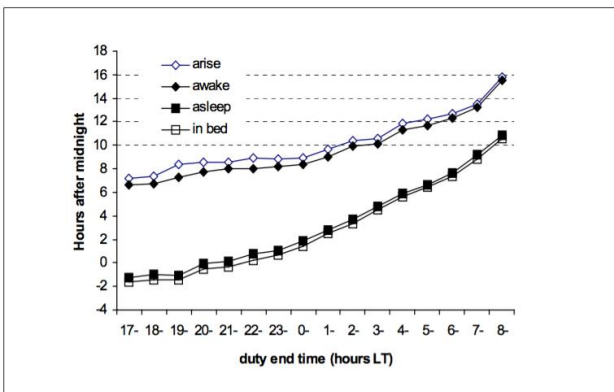
#### BRITANNIA AIRWAYS

Posledný aspekt, ktorý musel byť preskúmaný, bol vplyv nočných letov na výkonnosť pilotov. Zo štúdií na diaľkových letoch z nemeckého Frankfurtu na Seychely bolo zistené, že služby v noci vykazujú zníženú výkonnosť u pilotov - spomenutá štúdia sa týkala letov dvoch po sebe nasledujúcich nocí. Otázkou bolo, ako veľmi je ovplyvnená výkonnosť a aká je závažnosť únavy, ak počet za sebou nasledujúcich dní práce v

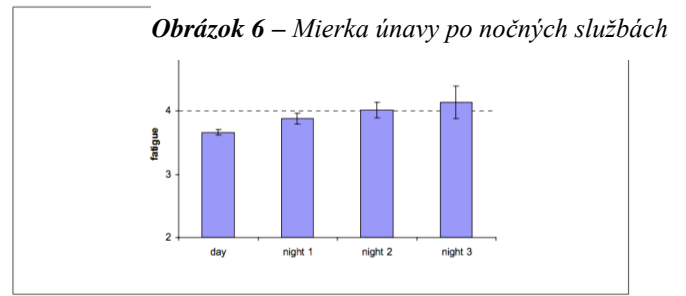
#### Obrázok 4 - Vplyv počtu letov na únavu

noci presiahne dve noci.

Britannia Airways bola známa ako spoločnosť s častým prevádzkovaním nočných letov, a preto sa stala ideálnym adeptom na prevedenie tejto štúdie. Informácie sa zbierali pomocou osobných zápisníkov z diaľkových letov a letov na krátke vzdialenosti, dôraz sa však kládol na nočné lety na krátke vzdialenosti a konsekutívnosť odpracovaných nocí. Zistilo sa, že redukcia spánku po službách končiacich medzi 00:00 a 02:00 bola na 6,4 hodiny v priemere, po službách končiacich medzi 03:00-05:00 bol priemerný spánok 5,3 hodiny a po službách končiacich medzi 06:00-08:00 vykazoval priemerný spánok iba 4,4 hodiny. A teda, neskoršie ukončenie nočnej služby odporúčene skracovalo dĺžku spánku.



Obrázok 5 - Načasovanie spánku pred službami začínajúcimi v rôznych obdobiach dňa



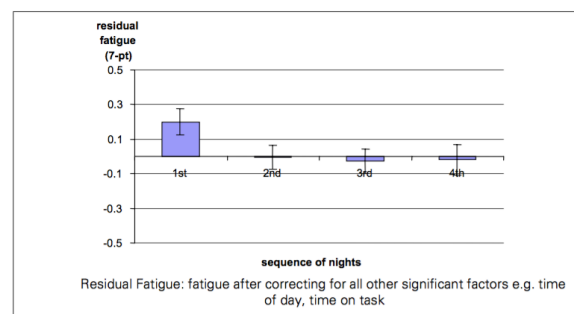
Štúdia dokázala predošlé tvrdenia - na únavu vplyvajú faktory ako čas začatia služby, dĺžka služby, počet letov, ale aj počet za sebou nasledujúcich dní a za sebou nasledujúcich neskorých ukončení služieb. Nešťastným bolo časové naplánovanie štúdie na september 2001 a je možné, že sled udalostí po útokoch New Yorku ovplyvnil aj účasť v tejto štúdií - z obvyklého odhadovaného počtu 30%-50% sa v tejto štúdií participovalo iba 20% z celkového počtu pilotov spoločnosti.

Ďalším ukazovateľom bol pomerne malý počet služieb s tromi za sebou nasledujúcimi nočnými službami. V spojení s nízkou účasťou nebola preskúmaná dostatočná vzorka na to, aby sa s istotou potvrdilo, aký efekt majú nočné služby.

Model SAFE vo svojich výpočtoch síce zohľadňoval počet za sebou nasledujúcich dní v službe, ale nerozlišoval medzi dennou a nočnou dobou. Pre nedostatok faktov však nemohol byť modifikovaný. Zistilo sa však, že na únavu vplyva čas dennej a nočnej doby. Najviac únavy pociťuje ľudský organizmus o piatej ráno a najviac energie má o šiestej večer.

#### DHL

Nedostatok faktov ohľadom nočným služieb musel byť doplnený, a preto sa vykonala štúdia v DHL - nákladnom prepravcovi, ktorý prevádzkuje väčšinu svojich letov v noci. V danom období to bolo až do štyroch za sebou nasledujúcich nocí a občasne aj piatich. Rozpisy letov pozostávali z tzv. "rozdelených nocí" (split nights), ktoré umožňovali lietanie v neskorých večeroch, pobyt na hoteli a lietanie v skoré ráno. Lietanie s nákladom je špecifická prevádzka odlišná od prepravy pasažierov, a možno aj preto nebol vykázaný nárast únavy pri vyššom počte za sebou odpracovaných nocí. Úroveň únavy sa pohybovala v predpokladaných číslach, ktoré už boli preskúmané. Bolo však možné zistiť, aký je vplyv na pozornosť na týchto službách. Obrázok 7 – Reziiduálna únavu po nočných službách



Obrázok 6 Reziiduálna únavu po nočných službách

### III. ZÁVER

Výskumy zaoberajúce sa únavou leteckých posádok, ktoré prebiehali od druhej polovice minulého storočia, hodnotím pozitívne. Priniesli poznatky z fungovania ľudského organizmu v náročnom pracovnom prostredí lietadla. Diaľkové lety umožnili prepojenie sveta na globálnej úrovni, avšak sú to práve posádky, ktoré sa musia vyrovnávať s transpoludňovými presunmi na pravidelnej báze. Výskumy stanovili možnosti doby v službe a vylepšili pracovné prostredie posádok na diaľkových letoch - úpravou obmedzení na čas v službe, zosilnením posádok, či využívaním palubných kójí. Viac výskumu v oblasti krátkych letoch takisto umožnil skvalitnenie pracovných podmienok posádok. Avšak stále tu existuje priestor pre výskum fatigue. V čase, keď štúdie prebiehali, boli možnosti a prostriedky nedokonalé - spoliehalo sa na osobné zápisníky pilotov, v menšej mierke na monitorovanie aktivity - bdelej a spánkovej - či už prostredníctvom testovacích hárkov alebo inštalácie EEG prístrojov na palube lietadla. Technický pokrok a vývoj smart technológií so sebou prináša viacej možností, ako napríklad

testovanie pomocou aplikácií alebo aktívnych hodínok. Takisto, rozvoj nízkonákladových leteckých spoločností znamenal maximalizáciu využitia lietadiel, ako aj posádok, čo zvyšuje ich expozíciu voči únave. Problémom únavy leteckých posádok v prostredí nízkonákladových leteckých spoločností sa budem zaoberať v budúcom výskume.

### REFERENCES

- [1] CAA (2004). The Avoidance of Fatigue in Aircrews. Guide to requirements. CAP 371. The Stationary Office, Norwich.
- [2] CAA Paper 2005/4. Aircrew Fatigue: A Review of Research Undertaken on Behalf of the UK Civil Aviation Authority
- [3] The SAFE model. <http://www.frmsc.com/the-safe-suite/the-safe-model/>, referencia zo 6.septembra 2016

# ANALÝZA ONLINE DISTRIBÚCIE LETENIEK

## ANALYSIS OF ONLINE AIRLINE TICKET DISTRIBUTION

**Eva Endrizalová**

Ústav letecké dopravy, ČVUT v Praze FD, Česká republika  
endrizalova@fd.cvut.cz

**Iveta Kameníková**

Ústav letecké dopravy, ČVUT v Praze FD, Česká republika  
kamenikova@fd.cvut.cz

**David Eiselt**

Ústav letecké dopravy, ČVUT v Praze FD, Česká republika  
d.eiselt@seznam.cz

**Abstract** – This article is focused on the technological and financial aspects of the online sale of tickets. The aim of the research was to analyze the subjects which operate in online distribution of airlines tickets and the definition of their current activities. The analysis at the end of the article indicates the possible development of this area.

**Key words** – air transport, CRS, GDS, meta search, online distribution, ticket, airline.

### I. ÚVOD

Súčasne s rapídnyim vývojom leteckej dopravy sa riešila otázka, ako efektívne zabezpečiť predaj leteniek. Letecká doprava rýchlo expandovala a vtedajšie riešenie predaja leteniek prestalo jej vývoju stačiť. Postupne sa od manuálneho vystavovania leteniek prešlo k plne automatickému predaju. Dnes nemusí ísť cestujúci do cestovnej agentúry osobne, aby si letenku kúpil. Stačí mu pripojenie k internetu a všetko zvládne z pohodlia domova. Súčasný distribučný reťazec je schopný predat' letenku takisto pomocou mobilných aplikácií.

Spoločne so stúpajúcimi nárokmi na technologickú optimalizáciu distribučného reťazca vznikali leteckým spoločnostiam ďalšie a ďalšie prevádzkové náklady. Keď náklady na zabezpečenie distribučného reťazca dosiahli určitého limitu, začala sa riešiť otázka, ako distribúciu optimalizovať i finančne.

### II. VÝVOJ PREDAJA LETENIEK A SUBJEKTY PÔSOBIACE V DISTRIBUČNOM REŤAZCI

Predchodca prvého globálneho distribučného systému (GDS), ktorým sa plne automaticky riadil predaj leteniek bol spustený v roku 1960. Volal sa SABRE (Semi-Automated Business Research Environment) a zásadne zmenil budúci trend vývoja ticketingu a predaja leteniek. Na začiatku bol SABRE využívaný iba vo vnútri leteckého odvetvia a cestovné agentúry sa museli stále informovať u leteckých spoločností a žiadať

letenky telefonicky. SABRE sa krátko po svojom zavedení stal prvou obchodnou aplikáciou, ktorá dokázala pracovať v reálnom čase v rámci viacerých lokalít. SABRE naštartoval boom v oblasti vývoja podobných aplikácií. Za ním prišli na trh technológie ako DATAS americkej spoločnosti Delta, či APOLLO od United Airlines. Tieto aplikácie nesú spoločné pomenovanie **CRS (Computer Reservation System)**. Nejedná sa o známe GDS systémy. CRS slúžili vždy iba konkrétnej leteckej spoločnosti, výhradne k predaju jej leteniek. Dnes jeden CRS software využíva viacero leteckých spoločností. Po spustení CRS odpadla potreba telefonického spojenia čím sa skrátila doba od objednávky po vystavenie letenky. CRS systémy ako v minulosti tak aj dnes dokážu pracovať s digitálnym dopytom zo strany cestovných agentúr.

V 80. rokoch bol koncept CRS vylepšený o možnosť predávať v rámci jedného kanálu letenky od viacerých dopravcov. To bol počiatok dnešných **GDS (Global Distribution System)**. GDS dokáže obsluhovať viacero subjektov. Do systému tak boli zapojené tiež hotely, autopožičovne a ďalšie subjekty pôsobiace v cestovnom ruchu. V súčasnej dobe patrí medzi najznámejšie GDS: **Travelport** (zahrňuje Galileo, Apollo a Worldspan), **Amadeus**, **Sabre**. Dnes sú všetky GDS schopné odbaviť až 17 000 dotazov behom jednej sekundy. [1]

Obrovský nárast dopytu po leteckej doprave prilákal veľké množstvo cestovných agentúr, ktoré mali záujem zúčastniť sa predaja leteniek. S nárastom užívateľov internetu v 90. rokoch sa rozšíril nový druh predaja leteniek – e-commerce (nakupovanie a predávanie výrobkov alebo služieb cez elektronické systémy). Počet užívateľov internetu sa behom 20 rokov vyšplhal na hodnotu 3 miliardy. Vďaka tomu sa počet cestovných agentúr využívajúcich GDS niekoľko krát znásobil. Spoločnosti, ktoré sa zameriavajú na on-line predaj produktov nesú súhrnný názov **OTA (Online Travel Agency)**. Medzi tieto patria spoločnosti:

- Expedia,
- Opodo,
- Orbitz,
- Ctrip,
- Travelocity, a iné.

Mimo samotné online cestovní agentúry sa objavil i nový trend snaženia sa leteckých spoločností, a to **priamy predaj leteniek zákazníkovi pomocou vlastného online CRS**, aj keď na trhu už pôsobili GDS. Tento spôsob bol prvotne a úspešne využívaný nízko nákladovými dopravcami. Ale so vzrastajúcim počtom cestovných agentúr a možností kúpi leteniek začal mať zákazník problémy sa zorientovať, a narazil pri snahe kúpiť si letenku na určité komplikácie. V cestovnom ruchu a teda i v rámci cien za leteckú dopravu platí, že každý predajca má iné ceny. Priemerný zákazník si pred nákupom letenky preskúma minimálne tri on-line portály. Tato skutočnosť dala príležitosť novým subjektom v rámci distribučného reťazca, a to **meta search projektom**. Tento subjekt má za úlohu **zjednodušiť a proces výberu letenky cieľovému zákazníkovi**. Zákazník odošle dotaz na letenku v rámci meta vyhľadávača, ten zozbiera informácie od predajcov a výsledok sa vráti zákazníkovi v rámci zjednoteného výstupu. Najznámejšími priekopníkmi v oblasti meta vyhľadávačov sú:

- Kayak,
- Skyscanner,
- Momondo.

V samotnom procese predaja a vystavovania letenky dnes figuruje naraz niekoľko vzájomne prepojených subjektov. Každý z nich zastáva svoje dopredu stanovené miesto v tomto procese. Niektoré subjekty môžu byť za určitých podmienok nahradené inými. Táto situácia však predstavuje určité obmedzenia, ktoré majú priamy vplyv na konečného užívateľa. Distribuční reťazec online predaja leteniek sa skladá z týchto 4 distribučných subjektov:

- letecké spoločnosti (LS),
- globálne distribučné systémy (GDS),
- online cestovní agentúry (OTA),
- meta vyhľadávače (META S).

#### **LETECKÉ SPOLOČNOSTI**

Letecké spoločnosti sú základným kameňom celého procesu. Poskytujú cieľový produkt – letenku a s tým spojenú prepravu, a tiež poskytujú ostatným subjektom v reťazci svoje údaje:

- trasa,
- časové údaje k letu,
- cena letenky,
- dostupnosť miest,
- ďalšie tarifné podmienky a obmedzenia.

LS poskytujú údaje všetkým dôležitým GDS v rámci poľa ich pôsobenia. Predaj leteniek cez GDS je finančne náročný. LS platia GDS provízie (4-6 USD za 1 letenku). [1] Z dôvodu minimalizácie nákladov sa dnes objavuje snaha LS o priamu distribúciu prostredníctvom svojich webových rozhraní (CRS).

Ďalšou cestou ako znížiť náklady na distribúciu je poskytnutie údajov priamo konečnému subjektu, ktorý komunikuje so zákazníkom v prvom predajnom kroku. Týmto prípadom je väčšinou meta vyhľadávač. V tomto prípade sú náklady o 50 % nižšie v porovnaní s reťazcom, ktorý vedie cez GDS.

Poslednou možnosťou zníženia nákladov je nový pokus LS o založenie vlastnej OTA, ktorá má prístup k údajom priamo, nie cez GDS. Na európskom trhu je to napr. portál *opodo.de*, v USA napr. *obritz.com*.

#### **GLOBÁLNE DISTRIBUČNÉ SYSTÉMY**

GDS zastávajú v reťazci druhé miesto, predstavujú tzv. tretiu stranu, ktorá zabezpečuje kontinuitu toku údajov medzi LS-tvorcom produktu a ostatnými subjektmi v reťazci. Globálne distribučné systémy nefigurujú v distribučnom reťazci predaja leteniek ako konečný subjekt, ktorý komunikuje a rieši požiadavky zákazníka. Samotný zákazník tak často nevie, že proces vystavenia letenky má ešte ďalších účastníkov. Ďalšou funkciou GDS je vytváranie PNR (Passanger Name Record - záznam do databázy CRS, ktorý obsahuje kompletný itinerár cestujúceho). Koncept PN vznikol z dôvodu potreby štandardizovanej výmeny dát v prípade, že cestujúci letí s niekoľkými spoločnosťami v rámci 1 letenky. GDS tiež vyvíjajú a poskytujú softwarové produkty.

#### **ONLINE CESTOVNÉ AGENTÚRY**

Cestovné agentúry zastávajú v cestovnom ruchu rolu predajcu, konečného subjektu majúceho na starosť predaj a príjem financií od zákazníkov. OTA na základe dopytu zákazníka vyšle dotaz do databázy pripojeného GDS a ponúkne zákazníkovi dostupné varianty, ktoré získa z GDS. Zákazník si tak vyberá letenky, ktoré sú plošne k dispozícii v rámci daného GDS. Hlavnou pridanou hodnotou GDS v distribučnom reťazci je ich užívateľsky prívetivá podoba, kedy sa čisto textové údaje pretvárajú do lepšie pochopiteľných informácií a v prehľadnej grafickej podobe. Ďalšiu rolu, ktorú OTA zastávajú je potrebná marketingová propagácia na dieľčích trhoch. Dôležitou náplňou je tiež komunikácia so zákazníkmi nielen pred samotným nákupom, ale i po ňom. Napríklad v okamihu, keď sa zákazník rozhodne upraviť svoju rezerváciu – zmeniť termín letu, požaduje storno letenky a ďalšie úpravy.

OTA fungujú tiež na CRS systémoch poskytovaných pridruženým GDS. Za poskytnutie CRS softwaru platia OTA menšie finančné čiastky. Napr. pripojenie jedného terminálu Amadeusu vychádza v priemere na 40 – 70 € za mesiac. Aby mohla byť OTA prevádzkovaná v súlade s medzinárodnými požiadavkami, musí byť autorizovaným IATA predajcom. Prevádzkovanie OTA je veľmi náročné kvôli prvotnej finančnej investícii a tiež z dôvodu potreby skúseného personálu, ktorý dokáže vykonávať kompletný ticketing a tiet dodatočný servis pre zákazníkov.

#### **META VYHĽADÁVAČE**

Najnovším subjektom v reťazci online predaja leteniek sú meta vyhľadávače (Meta Search). Tie vznikli na základe potreby uľahčiť zákazníkovi cestu porovnávania čo najväčšieho počtu možností. META S porovnáva údaje niekoľkých pripojených OTA s možnosťou priameho vyhľadávania na stránkach dopravcu. Meta vyhľadávač na základe jedného užívateľovho dotazu vyšle paralelne niekoľko rovnakých dotazov smerom k jednotlivým OTA či databázam CRS LS. Výsledok podá zákazníkovi v rámci jedného výpisu s porovnaním všetkých možností a cien. META S nefungujú ako subjekt, ktorý rieši predaj, slúžia len k rýchlejšiemu a ľahšiemu rozhodovaniu

pred samotným nákupom. Konečná komunikácia so zákazníkom a predaj letenky je smerovaný na OTA alebo priamo na LS. Pre META S nie je nutná licencia IATA predajcu ani personál pre ticketing a zákaznícku podporu. Nevýhodou META S je závislosť na predajných schopnostiach ostatných subjektov a nutných dohodách o vyplácaní provízií a odmien.

### III. FINANČNÝ TOK V DISTRIBUČNOM REŤAZCI

Samotná cena letenky závisí vždy na LS. K tej sa v prípade sprostredkujúcich subjektov prirátava provízia za sprostredkovanie údajov či predaj letových segmentov, prípadne skupiny segmentov. Každý subjekt v reťazci je platený v závislosti na svojich špecifických požiadavkách a postavení v reťazci. Počiatok toku financií je u prvého subjektu – LS. Tu požaduje odbyt svojho produktu, preto musí ekonomicky podporovať a motivovať ostatné subjekty v reťazci. Vo finančnom toku rozlišujeme dva najdôležitejšie princípy vyplácania, a to na základe uskutočnenia predaja letenky alebo na základe poskytnutia štruktúry údajov. Ďalšie platby, a to za poskytnutie softwarového riešenia od GDS leteckým spoločnostiam a OTA sa nevzťahujú priamo k distribučnému reťazcu.

#### PROVÍZIE ZA PREDAJ LETENKY

LS platia provízie GDS na základe predaných segmentov letov. GDS náležite odmení časťou provízií cieľového predajcu, teda OTA. Pokiaľ je v distribučnom reťazci zainteresovaný i META S, pretože ho v zákazník využil v prvom kroku – pri vyhľadávaní a porovnávaní ponuky, GDS odmení tiež meta vyhľadávač náležitou províziou. Proces môže byť skrátený na základe dohody medzi LS a META S, čím sa preskočia subjekty OTA a GDS. LS v tomto prípade predajú LS letenky cez vlastný CRS pomocou svojej webovej stránky čím usporia náklady a META S vo väčšine prípadov dosiahne omnoho atraktívnejšiu províziu, čo je motivácia k spolupráci týchto dvoch subjektov. Provízia sa v tomto prípade vypočítava z tarify konkrétnej letenky, nie z počtu zakúpených segmentov. Výška jednotlivých odmien v prípade spolupráce META S a leteckých spoločností sa počíta v závislosti na dodanom objeme návštevnosti (platba za návštevníka) alebo na predaných letenkách a rezerváciách (platba za predaj). Výhody modelu platba za privedeného zákazníka na základe prekliku CPC (Cost per Click) zo stránky meta vyhľadávača na stránky LS sú najmä vo vyššej miere konverzií, ktoré sú nakoniec zákazníkmi vykonané. Rovnaký platobný model je využívaný v rámci reklamačných priestorov jednotlivých vyhľadávačov a na tematických webových stránkach. Tu však dochádza k relatívne nižšej návratnosti investícií do reklamy. Zákazníci prichádzajúci z meta vyhľadávačov sú už rozhodnutí letieť, naproti tým, ktorý sa k ponuke prekliknú len na základe reklamy. Náklady na CPC sú v priemere 0,75 – 2 \$ [2]. V súčasnej dobe je model CPC využívaný skôr online cestovnými agentúrami, ktoré sú zapojené do meta vyhľadávačov. LS využívajú provízie za uskutočnený predaj.

Ďalšou alternatívou je vyplácanie provízií na základe špeciálnych dohôd medzi LS a konkrétnymi OTA, väčšinou v rámci marketingovej propagácie na konkrétnom trhu. V tomto prípade platia LS provízie OTA z celkovej ceny letenky. Zostáva

však zachovaná cesta cez GDS, iba bonusová čiastka sa hradí z marketingovej kampane LS.

#### PROVÍZIE ZA POSKYTNUTIE ÚDAJOV

V samotnom distribučnom reťazci je poskytovanie údajov z dôvodu podpory predaja bezplatné. Vďaka META S však existuje nový finančný tok. META vyhľadávače platia provízie za poskytnutie údajov GDS. META S uprednostňujú cestu nákupu dát od GDS pred nákupom od LS. Každý vyslaný dotaz je totiž technologicky i dátovo náročný. Nákupom údajov od GDS získa META S potrebné údaje na základe jediného dotazu (radovo desatina euro centu).

### IV. ANALÝZA SUBJEKTOV PÔSOBIACICH V ONLINE DISTRIBÚCII LETENIEK

Analýza subjektov v distribučnom systéme bola prevedená na báze porovnania týchto subjektov medzi sebou. K tomu bola využitá analýza SWOT, pomocou ktorej bolo možné poukázať na dôležitosť spolupráce týchto subjektov v rámci reťazca s cieľom dosiahnuť čo najoptimálnejšie výsledky k uspokojeniu zákazníkov.

*Tabuľka 1 – SWOT analýza leteckých spoločností v distribučnom systéme leteniek*

<p><b>Silné stránky</b> Nižšia cena leteniek Konečná cenotvorba Brandové pojetie sociálnych médií Cieľené využitie emailovej databázy</p>	<p><b>Príležitosti</b> Propagácia zníženia cien vo vlastnom CRS Implementácia doplnkového predaja Ponuka ďalších benefitov cestujúcim Poskytnutie štandardizovaných údajov meta vyhľadávačom Implementácia sociálnych sietí do priebehu rezervácie</p>
<p><b>Slabé stránky</b> Chýba možnosť porovnania s ostatnými dopravcami Slabá možnosť personifikácie emailov</p>	<p><b>Hrozby</b> Príliš slabý záujem zákazníkov o danú spoločnosť Tlak zo strany META S na zvýšenie provízií</p>

*Tabuľka 2 – SWOT analýza GDS v distribučnom systéme leteniek*

<p><b>Silné stránky</b> Jediný subjekt poskytujúci softwarové riešenie distribúcie leteniek Veľké množstvo nashromaždených údajov</p>	<p><b>Príležitosti</b> Založenie vlastnej OTA Poskytovanie software riešenia aj iným subjektom v leteckej doprave</p>
<p><b>Slabé stránky</b> GDS nie je konečný predajca leteniek Globálne pojetie GDS neumožňuje cieľiť na jednotlivé trhy Nemoderné pojetie problematiky na základe historického vývoja</p>	<p><b>Hrozby</b> Snaha leteckých spoločností o priamu distribúciu leteniek Technologická stagnácia</p>

*Tabuľka 3 – SWOT analýza OTA v distribučnom systéme leteniek*

<p><b>Silné stránky</b> Regionálne zastúpenie na trhu Konečný subjekt pracujúci so zákazníkom</p>	<p><b>Príležitosti</b> Cieľenie na prvotné body nákupného procesu prostredníctvom sociálnych médií či blogov Doplnkový predaj prostredníctvom emailových potvrdení rezervácií Obchodný model s META S</p>
<p><b>Slabé stránky</b></p>	<p><b>Hrozby</b></p>

Technologická závislosť	GDS Trend leteckých spoločností vykonávať priamu distribúciu leteniek
-------------------------	--

**Tabuľka 4 – SWOT analýza meta vyhľadávačov v distribučnom systéme leteniek**

<b>Silné stránky</b> Nulové náklady na personál v oblasti podpory zákazníkov Nové technologické platformy Konečná pozícia v distribučnom reťazci	<b>Príležitosti</b> Integrácia doplnkových služieb do procesu vyhľadávania letenky Zmena konceptu distribúcie leteniek, kde by META S bol hlavným distribútorom údajov
<b>Slabé stránky</b> Absencia META S v procese finálneho predaja letenky Veľmi nízke marže z predaných leteniek	<b>Hrozby</b> Snaha o zníženie provízií a nezáujem OTA o začlenenie do META S Vznik konkurenčných projektov z dôvodu ľahkého vstupu na trh

## V. PROGNOZA VÝVOJA

Letecké spoločnosti sa budú snažiť predávať viac leteniek pomocou priamej distribúcie na vlastných kanáloch. Tým sa bude meniť tiež potreba tretích strán. Aj keď GDS poskytujú služby leteckým spoločnostiam už od počiatku vývoja distribučného reťazca, aktuálny stav prestáva LS vyhovovať. LS požadujú vyššiu flexibilitu, rýchlosť a užívateľskú prívetivosť od súčasných platforiem – počítačových rezervačných systémov. LS chcú častejšie a rýchlejšie meniť ceny leteniek v systéme, a chcú mať automaticky zadané možnosti k dodatočnému predaju doplnkových služieb. Vďaka tomu sa otvára trh v podobe vývoja softwarových platforiem novým subjektom, ktoré tiež vstupujú na trh. Príkladom je **ITA Software od spoločnosti Google**. To samozrejme LS vítajú, pretože tým vzniká väčšia konkurencia i v distribučnom segmente, čo umožní znížiť náklady na distribúciu pomocou lacnejších prenájmov predajných platforiem. Tie by mali viac uplatňovať tiež výhody leteckých aliancií. Preto je možné očakávať, že všetky hlavné aliancie získajú svojho dodávateľa IT technológií, ktorého budú využívať hromadne všetky LS v aliancii. Tento krok by viedol k vytvoreniu nových subjektov, ktoré by neboli príliš odlišné od GDS systémov. Jediný rozdiel by bol v databáze zapojených LS a v cene za distribúciu leteniek. **Aliančný distribučný systém** by bol aj naďalej priamo napojený na online cestovné agentúry, ktoré by mali byť schopné prehľadávať údaje všetkých napojených databáz a zobrazovať ich vo svojom výsledku. GDS by sa nestali nepotrebnými, pretože stále existuje veľa LS, ktoré nie sú zapojené do žiadnej aliancie. Online cestovné kancelárie (OTA) budú i naďalej získavať údaje od GDS a naviac k nim pribudnú údaje získané od aliančných systémov. Meta vyhľadávače budú i naďalej zotrvať v aktuálne nastavenom trende, pretože svoju funkciu zastávajú výborne a nie je dôvod ich meniť.

## VI. ZÁVER

Tento výskum mal za cieľ analýzu jednotlivých distribučných subjektov pôsobiacich v rámci online

distribučného reťazca. V súvislosti s tým bol preskúmaný tiež finančný tok v rámci reťazca. To bolo dôležité hlavne pre pochopenie aktuálnych trendov a predikciu do budúcnosti. Online distribučný reťazec sa v najbližších rokoch zmení pod záštitou minimalizácie nákladov na distribúciu. To odštartuje vyššia konkurencia na trhu distribúcie – vstup nových softwarových platforiem na trh. Prognóza počíta so vznikom nového subjektu a to aliančných online distribučných systémov, ktoré budú využívať LS, ktoré sú členmi danej aliancie, pričom bude zachovaný doterajší princíp distribučného systému. Využívanie aliančného distribučného systému prinesie členom aliancií zníženie nákladov na distribúciu leteniek.

## POUŽITÉ ZDROJE

- [7] GDS System Overview. Magiel Venema [online]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/magielsr/gds-overview-1232798141856259-2-2359117>
- [8] Behind the Economics of Travel Meta Search. Skift. [online]. Dostupné z: <http://skift.com/2014/04/18/behind-the-economics-of-travel-metasearch/Reference>
- [9] Bugaj, M. Proces získavania informácií z leteckej prevádzky. ProfiPilot. 2010. Dostupné z: <http://www.profi-pilot.sk/magazin/odborne-clanky/proces-ziskavania-informacii-z-leteckej-prevadzky>
- [10] EasyJet Signs Break-through Distribution Deals with Amadeus and Galileo for the Corporate Travel Market. EasyJet [online]. Dostupné z: [http://corporate.easyjet.com/latest-news-archive/news-year-2007/05-11-07-en.aspx?sc\\_lang=en](http://corporate.easyjet.com/latest-news-archive/news-year-2007/05-11-07-en.aspx?sc_lang=en)
- [11] Strouhal, M. New Airline Software In: Nové trendy v civilnom letectve - 2004. 2004. ISBN 80-8070-269-1.
- [12] Behind the Economics of Travel Meta Search. Skift [online]. Dostupné z: <http://skift.com/2014/04/18/behind-the-economics-of-travel-metasearch/>
- [13] Švejďová, P. Současná role GDS na trhu distribuce služeb cestovního ruchu. Praha, 2013. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta mezinárodních vztahů, Katedra cestovního ruchu.
- [14] Szabo, S.; Liptáková, D.; Vajdová, I. Robustness as a Method of Airline Pro-Active Disruption Management In: International Review of Aerospace Engineering, vol. 8, no. 4, pp. 151 - 156, 2015. ISSN 1973-7459.
- [15] Flights - Google Search. Google [online]. Dostupné z: <https://www.google.pl/flights/>
- [16] Szabo, S. - Šebeščáková, I. Základy marketingu letiska I., Košice: Multiprint, s.r.o., 2014., 143 s., ISBN 978-80-89551-15-6.
- [17] Tobisová, A. - Szabo, S. Ekonomika leteckého podniku II., Košice: Multiprint, s.r.o., 2014., 208 s., ISBN 978-80-89551-12-5.
- [18] Vittek, P. - Němec, V. - Pleninger, S., Kraus, J., Plos, V., et al.: Metodika pro řízení provozní bezpečnosti malé letecké organizace. [Uplatněná certifikovaná metodika]. 2013.



# NEW TRENDS IN AVIATION EDUCATION AND TRAINING

**Ing. Karol Götz**

PhD. student, Air Transport Department, University of Zilina, Slovakia  
karol.gotz@fpedas.uniza.sk

**Prof. Ing. Antonín Kazda, CSc.**

Air Transport Department, University of Zilina, Slovakia  
antonin.kazda@fpedas.uniza.sk

**doc. Ing. Benedikt Badánik, PhD.**

Air Transport Department, University of Zilina, Slovakia  
benedikt.badanik@fpedas.uniza.sk

**Abstract** – How does the current air transport employee base around the Europe looks like? What is the average employee age? What are the skills needed at the present? Which skills and knowledge would be needed in seven to ten years? Answering these questions by industry can give academia outlines for their next decade development.

Within a frame of FP 7 European Project AirTN NextGen and the task 3.2 the University of Zilina aims to identify Air Transport Industry needs in the field of specialised aviation education. To bring academia and industry experts together the “Workshop on Education and Training Needs for Aviation” had been organized. More than 40 experts from 24 European countries and from different areas of aviation industry and academia have registered and attended the workshop. Within them universities, airport operators, airline companies and last but not least maintenance organisations. The cooperation between universities and industry have been found crucial for past couple years in terms of identifying the educational needs for air transport. As the field of air transport is wide; indeed it is understandable that we should evaluate training and educational requirements by each group of stakeholders.

**Key words** – aviation education and training, airlines, airports, universities

## I. INTRODUCTION

According to the Air Transport Action Group the European aerospace industry created 378 thousand jobs in 2012. On the other side airports, airlines, air traffic management there were circa 800 thousand employees in Europe in total . If we include also 1.43 million jobs in group “other on airports” (e.g. catering companies, shops, aviation fuel suppliers, construction companies, travel agencies) the number of jobs in the European air transport industry exclude aerospace increases to circa 2.23 million jobs.

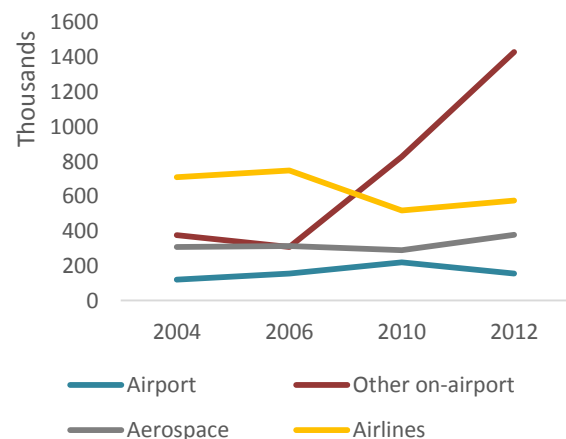
Table below shows breakdown of European aviation related job positions in thousands for year 2012.

**Table 1 – EUROPEAN AVIATION RELATED POSITIONS (IN THOUSANDS)**

Airports	Other on-airport	Airlines	Aerospace	Air Traffic Management
156	1 430	576	378	64
6%	55%	22%	14.5%	2.5%

## II. EUROPEAN AVIATION

The following chart represents the trend in employment between years 2004 and 2012. It is clearly visible that employment rates are increasing and decreasing in areas of Airports, Aerospace and Airlines. On the other hand the area “Other on-airport” employment is increasing rapidly. Even though these jobs include also lower educated staff such as shopping assistants, these positions induce managerial positions and put increased load on for example security etc.

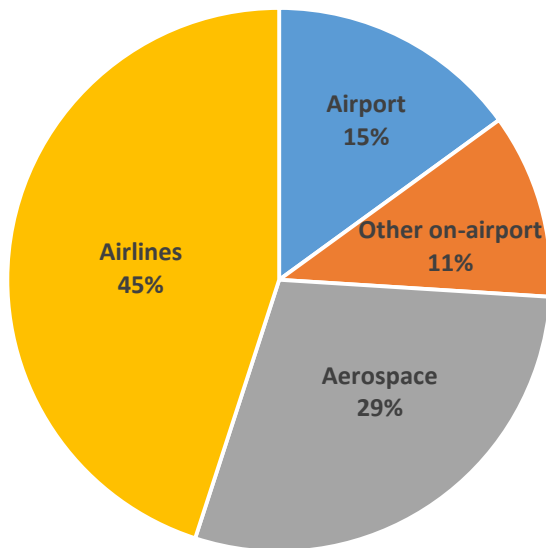


**Figure 1 – European aviation employment trend [2]**

The total GDP of the world aviation sector with direct economic impact in Europe reached \$210 billion in 2012. In total air transport supports 11.7 million jobs and \$860 billion in GDP in Europe- However, the latest study from 2012 does not include the breakdown of GDP for each sector.

The aerospace sector contributed almost one third of the total GDP in 2006 with almost the same number of employees as the other on-airport sector, which only contributed around 13% GDP. The GDP increased significantly in 2010 and 2014. This significant change is likely due to a new approach of what was included in the industry with direct economy impact; however, no detailed information is available.[3] The airlines made the greatest contribution to the economy, and if airports are also included, it is clear that the air transport sector is much bigger than the aerospace industry.

The following figure shows breakdown of GDP produced in Europe by each aviation sector in 2006. [4]



**Figure 2** – European aviation GDP breakdown 2006

Compared to the aerospace the air transport in Europe is in terms of jobs growing annually three times faster. This approximation is based on data from a period between 2004 and 2012.[1][2][4] Air transport industry is therefore seeking for a new workforce; workforce composed of young, skilled and well educated people of both genders. In the present Europe is struggling with the lack of educated and trained professionals in different fields of air transportation.

Academia always reacted on the industry needs. Therefore the oldest aerospace courses could be traced back to 1910 but most of the air transport courses were opened after the WWII only as they responded to the fast growth of air transportation which boomed after 1950.

Thanks to the longer history and significant industry lobbying the European aviation research and education is today dominated by the aerospace. However, it doesn't match the external conditions and air transport industry needs.

### III. INDUSTRY NEEDS

#### A AIRCRAFT OPERATORS / AIRLINES

According to the presentations of Workshop participants each sector of air transportation has different needs. To start with the aircraft operators, their requirements are different and dependent on the size and the business model. Airlines have different needs compared to business aviation. Each

of these companies need both pilots and operational staff. But the educational requirements could be different. For example some of operators doubt if pilots need a university degree and prefer engage professionals without higher education to keep labour costs low.

According to MRO organisations it is also the case of technicians involved in heavy maintenance. However, business aviation companies are struggling with different needs. The world of business aviation is not the same as the world of large traditional airlines. Pilots working for business aviation have to be highly reliable professionals but on the other hand also educated and good managers and to have good communication skills.

The same requirements of higher education apply also for another aircraft operator employees involved in the administrative, planning or management processes. The current need is to have a flexible staff with knowledge of air transport and language. Accordingly to Workshop participants, a good knowledge of project management, general knowledge of air transport and standard working level of foreign language provide robust background for a candidate. Therefore main task for academia is to provide such a package.

To address these requirements a complex education and training model known as iPOP™ could be used. The model includes education, motivation and training from “a cradle to a grave” in line with the industry needs.[5] There must exist a continual support of the employee life-long development to ensure following: retain existing employees; promote existing employees; establish future employee pipeline; “to build” the future employee; recruit and retain future employee; to get new skills and certifications. Communication and cooperation between academia and industry is therefore critical for success in all these areas.

#### B HEAVY MAINTENANCE / MRO

Compared to the aircraft operators, Maintenance and Repair Organisations (MRO) have slightly different employees structure therefore requirements and needs. Current practice is that some of MRO companies are moving from the “old” European states to the Central or Eastern Europe to cut down labour costs. Needless to say such changes cannot jeopardise the air transport safety levels.

Advantage of the Central and Eastern Europe lies in skilled workforce and good craftsmanship. Technicians do not need to have a university degree, but the leading staff do. The leading personnel should have mechanical engineering background to understand the technology which backdates in decades; followed by learning the leadership skills in combination with project management to effectively control scarce resources of the MRO company. The common training and educational need for MRO and aircraft operators/airlines are the management skills of a candidate and a good level of aviation knowledge in combination with language.

#### C AIRPORT

Large airports are often perceived as small cities. Each organisation or company based around or at the airport have different requirements on employees. Staff majority working at

the airport do not need higher education to deliver their work right. But airport operations cover also high number of staff which needs university degree. The reason is not certainly a requirement to have a title; but be educated, trained and skilled in certain area of the air transport.

Accordingly to industry experience, the graduates do not have all skills needed by the industry, in particular communication and negotiation competences and leadership skills

There is also an emerging need to unify training courses for specific positions of handling staff to increase mobility of skilled personnel. These airport employees do not need university degree, but their knowledge and skills need to be gained and trained. To date there are no certification courses in Europe for such positions as air-bridge operator, tug vehicle driver, de-icing trucks operators, fire-fighters etc. These positions require staff with appropriate knowledge, but each airport or handling agency must to train their workers accordingly. Courses providing certification for highly specialized positions could support employees in their career when changing positions and also decrease handling agencies training costs. These advantages are emerging especially in today's deregulated market environment.

#### ***D AIR TRAFFIC MANAGEMENT***

The area of Air Traffic Management covers a wide range of organisations and companies; starts with ANSPs, going thru State Regulators and finishes by consulting companies. Accordingly to the Eurocontrol experience the way forward lies in close cooperation between academia and the industry. This cooperation can feed industry by motivated students. These students are often relieved of the corporate uniformity and therefore more likely bringing new ideas into the fusty corporate environment.

Basic knowledge and skills needed are fluent English so all employees can communicate together and analytical and critical thinking, which supports robust decisions and conclusions; and last but not least the computer literacy though employees are able to work with IT technologies on a required level and reasonable speed. Important skills to be taught and trained are also presentation and communication skills. Communication skills are often supported by analytical and critical thinking.

### **IV. MISSING SKILLS ORIGINS AND PREDICTED SHORTAGE OF STAFF**

#### ***A ABSENCE OF LEADERSHIP SKILLS***

"If companies think their junior staff lack leadership skills, maybe the real problem is a lack of visible role models within the company." For 30 years Roy Franklin ran what became San Juan (community) airlines, without a single fatality or serious injury, despite appalling island winter weather and hazardous fire-fighting mountain flights. The passengers who were often his neighbours were entrusting their lives to the sound-judgement of the pilot. Roy earned this respect by placing passenger safety first when deciding when to fly and on occasion, by knowingly placing his own life in danger to fly a seriously ill patient to the regional hospital during appalling weather.[7] Roy's background was as a

Naval Pilot, where rapid decision-making required extensive pre-flight scenario-thinking. Roy's mental fly-the-flight BEFORE physically making the flight, along with a post flight debrief approach passed on valuable expertise to other less experienced pilots. Roy didn't talk about leadership, he lived it and provided a visible example to enable younger pilots to model themselves on.

#### ***B. ARE SO INDIVIDUALIST THAT THEY ARE UNABLE TO WORK IN TEAMS***

If the airline industry is stating that they would prefer staff candidates who have a more holistic view of their position within the company and society in general, the future may involve making staff selection decisions using a decision-weighting based more on staff attitude and being less fixated on best-in-class technical aptitude. Professor Geert Hofstede viewed individualism as one component in the dimensions of national culture. Hofstede defined individualism as having a preference for "a loosely-knit social framework in which individuals are expected to take care of only themselves and their immediate families. Its opposite, collectivism, represents a preference for a tightly-knit framework in society in which individuals can expect their relatives or members of a particular in-group to look after them in exchange for unquestioning loyalty".[8]

#### ***C ABSENCE OF THEORY-BASED FEEDBACK LOOP AFTER PRACTICAL EXPERIENCE (ABSENCE OF INTROSPECTION)***

By focusing on the commercial pilot market and only taking on students who are willing to simultaneously pursue an aviation management degree on-site, Airline Training solutions are delivering a more rounded graduate, one who better comprehends the chain of factors involved in safe decision-making. Hayden Malone of Airline Training solutions (Jacksonville, Florida) has shown that even small-scale training schools can enhance the theory-practice feedback loop in pilot education by linking up with globally-accredited third level education organizations such as Embry-Riddle Aeronautical University.[9]

#### ***D. PREDICTED FUTURE STAFF SHORTAGES***

Is there really an emerging shortage of pilots ?...or is there growing evidence of a flawed training system failing to deliver the quantities of graduating pilots which the industry requires ? An 83% dropout rate for student pilots is evidence that something is seriously wrong.[10] Perhaps the weakness is in the absence of a marketing budget which would enable the flight school to charge more profitable fee rates, which in turn would enable them to hire and retain only those instructors whose students don't drop out at alarming rates. Flight training schools should market themselves based on their graduation rates and subsequent graduate employment rates instead of merely matching the cheapest flight rate per hour in the region.

### **V. CONCLUSIONS**

Further discussion between academia and industry could be recommended to understand better each other and to fit student's profile to industry needs.

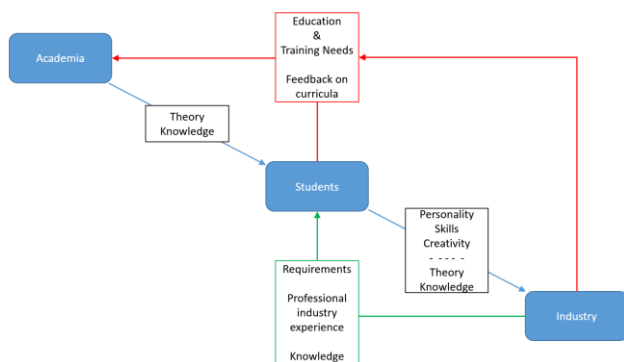
The Air Transport Department (ATD) of the University of Zilina has already started a research aimed at better understanding of the air transport industry needs. The research is based on The Survey on Quality of Aviation University Courses in Europe and The Survey on Aviation Students' Internships and its Status in Europe.

The Survey on Quality of Aviation University Courses in Europe evaluates the aviation university courses against the needs of the aviation industry. Outcomes of the survey will be used to redesign the academic courses so that more students are attracted to aviation; so that graduates are more easily dovetailed into aviation related careers and so that the academic institutions can strengthen their role in meeting the global aviation challenges.

The Survey on Aviation Students' Internships and its Status in Europe evaluates internship placements and compares requirements on students, aviation companies and legislative statuses within different member states' participants. Outcomes of the survey will be used to redesign the internship requirements so that more students are supported in their aviation courses and future careers; so that graduates are more easily dovetailed into aviation related careers and so that the academic institutions can strengthen their role in meeting the global aviation challenges.

Accordingly to the majority of experts the cooperation between the air transport industry and academia is of the highest importance. Industry-academia alliance can give an answer to the question from the beginning: "Which skills and knowledge would be needed in seven to ten years?" However, not all needs could be fulfilled by accredited courses because of the "big moment of inertia" and long time needed for changes.

The following figure represents the ideal flow of education, theory and industry needs within all sides involved.



**Figure 3** – Optimal knowledge flow within aviation network

It is doubtful if the High-Level Target Concepts defined in ACARE SRA2 could be reached by improvements in technologies. For example jet engines are at the top of the technology cycle and in energy efficiency, and environmental

impact technology allows only small improvements. On the other hand we can cut down fuel consumption, flight times and emissions in tens of percent by operational and flight procedures. However, from a global perspective aviation in Europe is losing its position and we should ask whether the existing support of air transport education and research is adequate and if it should get more attention and resources.

Many times the graduates do not have all skills needed by the industry, in particular communication and negotiation competences and leadership. Followed by theoretical knowledge, computer literacy or project management skills etc.

At present the way forward therefore could lie in gradual increase of cooperation between academia and industry. Students - interns who cooperate on different basis with the industry can bring valuable information to academia; while on the other hand also appreciated new concepts and knowledge to the industry.

## REFERENCES

- [1] ATAG, "Aviation benefits beyond borders", Air Transport Action Group, April 2014
- [2] A. Kazda, "Air Transport and Aerospace Education - Synergies and Differences", September 2015
- [3] J. Glinz, "Globalized air transport education market", master thesis 28330320152013, Zilina, 2015
- [4] ATAG, "The economic and social benefits of air transport", Air Transport Action Group, 2008
- [5] Wensveen. J.: Presentation of iPOP™ training model AT Workshop on Education and Training Needs for Aviation Engineers and Researchers in Europe; September 23, 2015; Brussels, Purdue University, USA, 2015
- [6] N. McCabe, consultation, October 2015
- [7] R. Franklin, "Island bush pilot: Founder of San Juan Airlines", Amazon, 2006
- [8] G. Hofstede, "National culture", 2015
- [9] H. Malone, "Airline training solution", 2011
- [10] Get Aviation, "The bad and the ugly truth why General Aviation cannot survive as it is!", Get Aviation, 2014
- [11] M. Červinka, and T. Tykva, "Vliv regionální politiky a jejich nástrojů na rozvoj podnikatelského klimatu a znalostní ekonomiky", *Ekonomika Management Inovace*, vol. 2, pp. 63-70, 2010
- [12] B. Badánik, and A. Kazda, "Managing success of the air transport department in a highly competitive environment", *Marketing a manažment vzdelávacích inštitúcií*, pp. 91-97, November 2012
- [13] M. Bugaj, "Implementation of RCM theory in air operations", *Archives of transport system telematics*, vol 4., pp. 13-17, February 2011

# AIRCRAFT OPERATION IN BUSINESS AVIATION

## TYPES OF FLIGHTS AND AOC

*Ing. Júlia Hankovská*

Air Transport Department, University of Žilina, Slovakia

PhD. student

hankovska@stud.uniza.sk

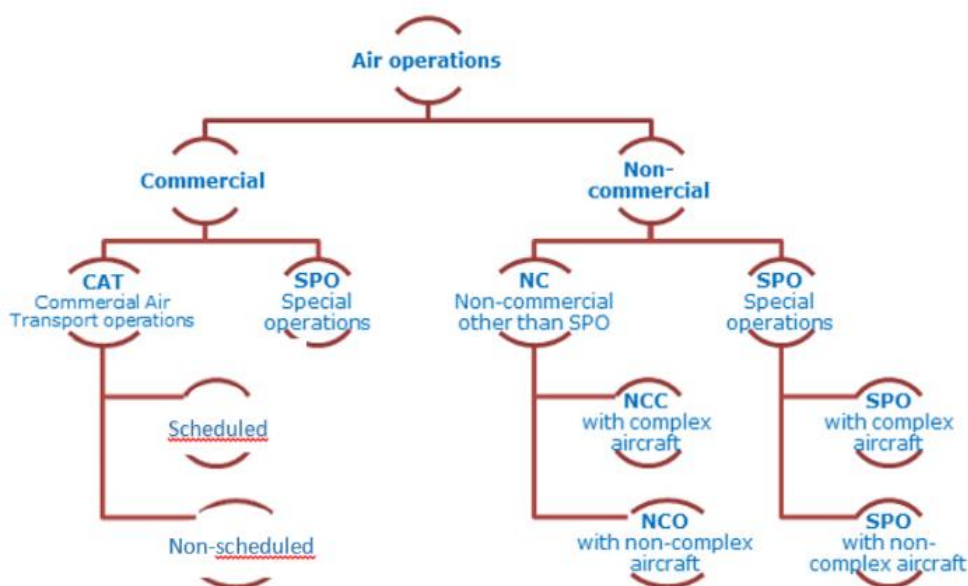
**Abstract** – This article focuses on different aspects of business aviation aircraft operations. It describes two types of flights, which are offered by most business aviation companies. It is commercial non-scheduled flights and private flights. Next part of the article aims at description of requirements and procedures for taking new aircraft under operator’s Air Operational Certificate what is necessary for commercial operation. The main aim of the work is to explore using AOC in business aviation.

**Key words** – business aviation, aircraft operation, non-scheduled flights, Air Operational Certificate,

### I. INTRODUCTION

Operation of aircraft is generally highly coordinated by authorities like ICAO or CAA. There are many regulations which affect the aircraft operation. The most important are EC 216/2008, EU 965/2012 and Annex 6. We would like focus on aircraft operation in Business Aviation, which could have some specifications. Aircraft owners have two options.

They could either flight in private mode (private type of flight) or commercial mode (commercial type of flight). It does



**Obrázok 1** - Different types of aircraft operations

not mean commercial operation as scheduled traditional airlines and private operation as general aviation. It means private flights and commercial flights in business aviation, which are non-scheduled flights, but still could be commercial.

The picture shows different types of aircraft operations. The operation described in this work belongs to CAT category. **Commercial air transport (CAT)** operation means an aircraft operation to transport passengers, cargo or mail for remuneration or other valuable consideration.

Although the scheduled and cargo carriers are the principal beneficiaries of VAT (Value Added Tax) exemption, it also applies to general aviation companies that can demonstrate their status as “airlines operating for reward chiefly on international routes”.

## II. AIR OPERATOR CERTIFICATE

An air operator certificate, issued by a national aviation authority to an aircraft operator to allow it to use aircraft for commercial purposes. This requires the operator to have personnel, assets and systems in place to ensure the safety of its employees and the general public. Document describes the aircraft types which may be used, for what purpose and in what geographic region.

An AOC specifies the:

- Name and location of the operator;
- Date of issue and period of validity;
- Description of the type of operations authorised;
- Types of aeroplanes authorised for use;
- Registration markings of the authorised aeroplanes;
- Authorised areas of operation;
- Special limitations;
- Special authorisations/approvals (CAT II/CAT III MNPS, ETOPS, RNAV, RVSM, Transportation of Dangerous Goods).

## III. TYPES OF FLIGHTS

### COMMERCIAL NON-SCHEDULED FLIGHT

Commercial flights could be operated only with AOC - Air Operator Certificate. AOC is committed to the safe, efficient and economical use.

To get AOC there must be completed many conditions like:

- The **Operational Management** shell be named. It must include of:
  - Accountable Manager;
  - Flight Operation Manager;
  - Crew Training Manager;
  - Ground Operations Manager;
  - Continuing Airworthiness Manager;
  - SMS (Security Management System) Manager;
  - CM (Controlling Management) Manager.
- **Operational Specifications** – each aircraft type shell have exactly established the operational specifications, which are closely checked by CAA.
- **Documentation** - The main structure is created by system of the Operational Manuals, which shell be as follows:

Part A: General/Basic, comprising all non-type-related operational policies, instructions and procedures;

Part B: Aircraft operating matters, comprising all type-related instructions and procedures, taking into account differences between types, variants or individual aircraft used by the operator;

Part C: Commercial air transport operations, comprising route, area and aerodrome, operating site instructions and information;

Part D: Training, comprising all training instructions for personnel required for a safe operation.

Advantages of providing commercial type of flights:

- Optimising of operating costs
- Operating for owners needs
- Sale of free capacity through chartered flights
- Arranging for qualified crew
- Providing a certified and professional maintenance.

The “airline” VAT exemption applies to all services incident to operating the aircraft and to fuel and spare or repair parts. It does not cover non-operating costs like ground transportation or accommodation for the crew.

### PRIVATE FLIGHT

Flying in private mode is much easier than in commercial. There is not so many requirements from CAA and there are less limitations and restrictions.

Only one Operational Manual is needed and the Operational Management is not required. Crew duties are not strictly controlled, same as another restrictions related to operation. Flying in this mode is on the owners and crew responsibilities.

There is one more very important difference. Private flights are not exempt from Value Added Tax (VAT), which is usually about 20%. It could make a huge difference in costs. In practise, the private flights are with less limitations but for more money.

This type of flight are used in business aviation in cases when limitations impact the operation or mainly the owners’ purposes. For example, the owner wants fly more than crew duty is allowed. If all members of crew agree the flight is change to private mode and crew is not obligatory to have a rest.

## IV. NEW AIRCRAFT IN AOC

In Business Aviation Market there are many companies which do not own even one aircraft. All aircraft from their fleet own anybody else but they have the aircraft in their operation. Company is taking care about everything like legislative, legal issues, operation, maintenance, etc. Companies offer a wide range of services in addition to providing experienced ground personnel. These services include composing an operational documents related to the operation of plane, such as operating manuals, permits and other necessary documents.

For taking the aircraft under operation, many procedures in different levels must be completed.

### LEGISLATIVE LEVEL

First of all **the legislative level**. This includes wide range of certificates, manuals and insurance.

Among certificates belongs:

Certificate of registration,

Aircraft radio licence,  
Certificate of airworthiness,  
Aircraft technical log,  
Noise certificate,  
Mass and balance documentation.

The type of operation, specific approvals and performance specifications must be very strictly specified. Operational manuals must be prepared for each type of aircraft and it shall take into account the manufactured manual and the regulations given by authorities. CAA rates an operational management, operational manuals and other documentation and complex audit is done in company. Each aircraft is checked by CAA. Operational manuals include organisational structure, nominated persons (prescribed in ORO.AOC.135), their responsibilities and duties, responsibilities and duties of the crew and the ground personal, control and supervision of the operation by the operator, management system, qualification requirements, operating procedures, flight time limitations, information, instructions and general guidance on the transport of dangerous goods, security, and procedures if accident or incident occur.

Holders of Operating Licences are required to demonstrate they have sufficient levels of insurance in place when they apply for their licence. The unique insurance needs of corporate aircraft owners. Regulation (EC) 785/2004 - "Insurance Requirements for Air Carriers and Air Operators" defines the requested level of insurance cover required for all air carriers and air operators. Operators of aircraft are required by law to have certain minimum levels of insurance. The precise level depends on the Maximum Take-Off Weight (MTOW) of the aircraft and on the number of passengers carried.

Insurance must cover several separate areas:

- passengers
- baggage
- third party cover
- cargo
- risks of war and terrorism ('war risk')

There could be another requirements if the aircraft is owned by leasing company.

All mentioned documents are collected and after that could be the request for change/supplementation submitted to CAA for adding the aircraft under the AOC of the particular operator.

#### **LEGAL LEVEL**

Secondly **the legal side** must be covered. The agreement between operator and owner is carefully consulted to avoid any inconvenience during cooperation. One of the most important things is to clarify the type of flights. In simplified way there are few options: the owner will use his aircraft only for his purposes. In this case the flights could be commercial or private it depends on current conditions and needs.

Another option is to use aircraft for his purposes but in time he does not need aircraft the operator will sell the capacity of the aircraft in open market. The aircraft will be chartered. The owner can insist on owners' approval before every charter flight. If this model is applied, the prices and individual terms and conditions should be consulted and clearly established.

The last option is to offer whole aircraft capacity in charter market. Same as in the previous model, the prices and operational conditions shall be carefully configured.

#### **INTERNAL LEVEL**

The **internal procedures** are mentioned rarely, but they are necessary before first flight. For the perfect operation the entity shall add new aircraft to all internal systems and databases. It is needed to create logistics flow and ensure that information are delivered among all departments and also to all employees. Coordination department, Operational Control Centre, Handling, Maintenance, Financial department, IT department needs slightly different information, for example OCC needs information regarding the aircraft specifications for detailed flight planning, IT department shall create new accounts in software, which are used. Financial department needs to know how and when will be billing made, and in what currency. Without this level of implementation the aircraft could not be operated properly in particular entity.

#### **EXTERNAL LEVEL**

Before the real operation starts, the **external** authorities need to be informed about the new aircraft under AOC as well. The most important reason is to avoid the fees which are applicable for the flights in private mode (without AOC). Second reason is to avoid the penalties in case that any fees are not paid just because wrong classification.

Probably is impossible to get know to all authorities, but it is good to inform the most frequent institutions like Eurocontrol in Europe and Air Traffic Management in base countries. If operator uses the common sign like the same letters in flight number for all aircraft in fleet, authorities ask if the aircraft belongs to particular operator fleet.

Base on agreement, operator is usually taking care of all bills related to flights of particular aircraft, which should be addressed to operator. That is another reason why to inform the external authorities and to make processes as simple as possible.

## **V. CONCLUSION**

Business Aviation is dynamic segment of Air Transport. In many ways it is completely different comparing other parts of aviation. Operation of business jets is from the legislative point of view similar to operation of commercial aircraft of traditional airlines. Rules for getting AOC are same. The difference is in practise, where the business jets operators offer also operation of private flights in the mentioned conditions. We described two types of flights which are used in business aviation based on regulations, we portrayed the process how to get the aircraft under operators AOC and use all advantages of

commercial flights. In our research of aircraft operation we found one question and we did not find any clear answer for that. Question is related to private flight when the aircraft belongs under AOC. Operator with AOC is exempt from VAT on services. If operator operates the flight in private mode, he is ordering the services (fuel and handling) under AOC (without which could not operate the aircraft), so he is not obligate to pay VAT, but the flight is in private mode and this type of flights is not exempt from VAT. Until now we have not found the rule saying what is more important: AOC of operator or private mode.

#### REFERENCES

- [1] Internal documentation and procedures of Business Aviation Company
- [2] [www.eurocontrol.int/STATFOR](http://www.eurocontrol.int/STATFOR)
- [3] EASA, Annex to ED Decision 2012/017-R\_AOC, .pdf, 2012
- [4] ICAO, Annex 6 – Operation of Aircraft, Part I, 2010
- [5] Commission Regulation (EU) No 965/2012, 2012
- [6] Regulation (EC) 216/2008 of European Parliament and of the council, 2008
- [7] Regulation (EC) 785/2004 - "Insurance Requirements for Air Carriers and Air Operators"
- [8] EBAA, EU VAT for Business Aviation, Refunding and exemptions.pdf, 2015



# PROBLEMATIKA A VÝVOJ LEGISLATÍVY BEZPILOTNÝCH PROSTRIEDKOV - UAV NA SLOVENSKU

## PROBLEMS AND DEVELOPMENT OF UAV LEGISLATION - UAVS IN SLOVAKIA

**Ing. Šimon Holoda**

Katedra Leteckej Dopravy, Žilinská Univerzita v Žiline, Slovensko  
simon.holoda@fpedas.uniza.sk

**doc. Ing. Branislav Kandra, PhD.**

Katedra Leteckej Dopravy, Žilinská Univerzita v Žiline, Slovensko  
branislav.kandra@fpedas.uniza.sk

**Abstract** – *The aim of this paper work is to look into the problems of relatively new and still expanding segment of air traffic Unmanned Aerial Vehicles – UAV. Wide availability of UAV with directly proportional increase in demand, has created ripe number of new opportunities in providing aerial work with significantly reduced operating costs. Unqualified handling of such work, leads still more often to dangerous interference and collisions especially within controlled airspace. Negligence of such operator poses a threat to the general, civil and military aviation as well as to the public.*

**Key words** – UAV, UAS, DRON, CAA, ICAO.

### I. ÚVOD

Za začiatok legislatívnej úpravy bezpilotných prostriedkov môžeme považovať už konferenciu Medzinárodnej komisie pre leteckú dopravu (ICAN, neskôr ICAO), ktorá sa konala v Chicagu, USA 7. Decembra 1944, kde 52 členských krajín, vrátane Československa podpísalo Dohovor o medzinárodnom civilnom letectve, tiež známy ako Chicagská dohoda.

Článok 8 (Doc 7300) - Bepilotné lietadlo: “Žiadne lietadlo schopné letu bez pilota by nemalo lietať bez pilota ponad územie členského štátu bez špeciálneho povolenia tohoto štátu a v nesúlade s podmienkami takéhoto povolenia. Každý členský štát sa zaväzuje zaistiť, že let takéhoto lietajúceho bezpilotného prostriedku bude v oblasti prístupnom civilným lietadlám kontrolovaný, tak aby sa zamedzilo nebezpečenstvu hroziacemu civilným lietadlám.” V tomto momente sa jedná predovšetkým o rádiovo riadené lietadlá z pred roku 1944 bez pilota na jeho palube.

Po dlhej dobe sa táto definícia upresnila a doplnila až v roku 2003 po jedenástej konferencii o Leteckej Navigácii v Montreale. Členské štáty súhlasili v rámci globálne operatívneho konceptu manažmentu letovej prevádzky s textom: “ lietajúci prostriedok bez posádky je lietadlo bez pilota v zmysle článku 8 (Doc 7300), ktoré je schopné letu, bez pilota vo funkcii veliteľa lietadla na palube a je buď úplne riadené z iného miesta (zem, iné lietadlo, vesmír) alebo naprogramované a plne autonómne.

Napriek skorším náznakom legislatívnych úprav, spravidla v leteckých zákonoch národnej úrovni v jednotlivých členských štátoch, stále nebol vytvorený všeobecný koncept prevádzky a integrácie UAV do všeobecného a civilného letectva. V snahe o vytvorenie a zosúladienie existujúcich predpisov upravujúcich používanie bezpilotných lietadiel v civilnom

letectve bola 12. apríla 2005 počas 169-teho zasadnutia rady ICAO vznesená požiadavka pre konzultáciu tejto témy s vybranými členskými štátmi.

Prebehlo viacero neformálnych stretnutí v snahe a potrebe harmonizácii pojmov, konceptu stratégií a princípov regulácie vtedajších a budúcich aktivít civilného obyvateľstva v spojitosti so systémami schopnými letu bez pilota na palube. Očakávané sa usúdilo, že ICAO by malo slúžiť ako odrazový mostík pri vývoji široko spektrálneho rámca, upravujúceho technické a výkonnostné štandardy UAVS. Z týchto podkladov sa ich časti mali stať oficiálne ICAO štandardy a odporúčania (ICAO SARPs).

Tieto pravidlá bolo nevyhnutné urýchlene vyvinúť v súlade a koordinovane s existujúcimi annexami, aby sa tento nový segment civilného letectva strategicky podarilo legislatívne podchytiť už v jeho začiatkoch. [2]

### II. INTEGRÁCIA A LEGISLATÍVNA ZODPOVEDNOSŤ

Odvolaním sa na Článok 8 (Doc 7300) sa regulácia týka všetkých bezpilotných prostriedkov, či už sú ovládané vzdialene, plne autonómne alebo kombinovane. Integráciou do civilného letectva sa regulácie zaoberajú výhradne UAV, ktoré je možné vzdialene ovládať.

Pre bezpečnosť leteckej prevádzky je nevyhnutná zodpovednosť pilota ovládajúceho UAV a predpoklad jeho kooperácie v prítomnosti iných civilných lietadiel a znalosť systému riadenia leteckej prevádzky. [2]

S plne autonómnymi systémami a prostriedkami, ktoré nie je možné riadiť v reálnom čase, bezpilotnými balónmi a ani bezpilotnými prostriedkami schopnými prevozu osôb sa s integráciou do civilného letectva v blízkej budúcnosti neuvažuje. Plne autonómnym lietadlom - dronom sa rozumie lietadlo spôsobilé lietať bez pilota vybavené nezávislým systémom riadenia, ktorý neumožňuje zásah do riadenia letu osobou, ktorá ovláda autonómne lietadlo. V poslednej dobe sa názvom „dron“ označujú aj UAV schopné kombinácie riadeného a polo-autonómneho letu. Spravidla býva vykonávanie letu autonómnym lietadlom vo vzdušnom priestore zakázané.[1] [4] [6]

Zámerom regulácii je dosiahnuť stav kedy po udelení špeciálneho povolenia národnou autoritou – preukazom odbornej spôsobilosti, je zabezpečená najvyššia miera bezpečnosti letu. Pilot je zaviazaný dodržiavať všetky platné letecké predpisy. To znamená tiež bezpečnosť ostatných užívateľov vzdušného priestoru, ochranu osôb a majetku na zemi.

### III. SLOVENSKÁ LEGISLATÍVA

Na území slovenskej republiky je vykonáva funkciu národného dozorného orgánu Dopravný úrad SR. V oblasti letovej spôsobilosti, odbornej spôsobilosti leteckého personálu, prevádzky lietadiel, poskytovania leteckých navigačných služieb, prevádzky letísk a leteckých pozemných zariadení a bezpečnostnej ochrany civilného letectva. Tieto úlohy mu vyplývajú zo zákona č. 143/1998 Z. z. z 2. apríla 1998 o civilnom letectve.

Pre lietadlá spôsobilé lietať bez pilota (s maximálnou vzletovou hmotnosťou nad 150 kg upravuje podmienky Európska agentúra pre bezpečnosť letectva podľa nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008 z 20. februára 2008 o spoločných pravidlách v oblasti civilného letectva a o zriadení Európskej agentúry pre bezpečnosť letectva, ktorým sa zrušuje smernica Rady 91/670/EHS, nariadenie (ES) č. 1592/2002 a smernica 2004/36/ES v platnom znení. Ďalej sa uplatňujú požiadavky aj s ohľadom na nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 785/2004 z 21. apríla 2004 o požiadavkách na poistenie leteckých dopravcov a prevádzkovateľov lietadiel.

Lietadlá spôsobilé lietať bez pilota s maximálnou vzletovou hmotnosťou nižšou ako 150 kg môžu podľa § 7, ods. 2 zákona č. 143/1998 Z. z. o civilnom letectve (letecký zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov vykonávať lety vo vzdušnom priestore len za podmienok, ktoré prihlasujú na bezpečnosť letu a ktoré určí rozhodnutím Dopravný úrad po dohode s Ministerstvom obrany Slovenskej republiky. Primerane sa pritom uplatňujú požiadavky platné pre vykonávanie letov lietadiel vo vzdušnom priestore Slovenskej republiky, pre letecký personál, letovú spôsobilosť lietadiel, vykonávanie leteckej dopravy a leteckých prác.

#### Slovenská legislatíva delí UAV :

- autonómne lietadlá - neumožňuje zásah pilota do riadenia letu
- diaľkovo riadené lietadlá - bezpilotné lietadlo riadené zo stanice osoby, ktorá takéto lietadlo ovláda, a takéto stanica nie je na palube diaľkovo riadeného lietadla
- modely lietadiel - bezpilotné lietadlo používané bez obchodného zámeru len na športové, súťažné alebo rekreačné účely

Vo všetkých prípadoch sa vo vzdušnom priestore Slovenskej republiky uplatňuje povinnosť prevádzkovať lietadlo iba v súlade s podmienkami a požiadavkami platnými pre využívanie vzdušného priestoru a dôsledná separácia lietadiel spôsobilých lietať bez pilota, bez ohľadu na ich hmotnosť od ostatných lietadiel vo vzdušnom priestore

#### Vykonávanie letov :

Ak nie je rozhodnutím Dopravného úradu v súlade s prevádzkovou príručkou držiteľa povolenia na vykonávanie leteckých prác a po splnení dodatočných podmienok príslušnému prevádzkovateľovi povolené inak, platí nasledovné:

1. Prevádzkovateľ akéhokoľvek lietadla spôsobilého lietať bez pilota:
  - je zodpovedný za stav UAV a jeho letovú spôsobilosť
  - je zodpovedný za prípravu a vykonanie letu,
  - sa musí pred vykonaním letu oboznámiť s aktuálnym využitím vzdušného priestoru.
2. S UAV je zakázané lietať:
  - do vzdialenosti presahujúcej vizuálny kontakt operátora s UAV alebo do vzdialenosti väčšej ako 1 000 m, podľa toho čo je menej (ďalej len „vizuálny kontakt“),

- vo vzdialenosti menšej ako 50 m od akekoľvek osoby, budovy, lode alebo vozidla s výnimkou zariadenia a osoby zabezpečujúcej vzlet a pristátie,
- v riadenom vzdušnom priestore a vo vyčlenených priestoroch vrátane zón citlivých na hluk z prevádzky lietadiel (napr. chránené územia),
- v blízkosti verejných aj neverejných letísk všeobecného letectva (tzv. športové letiská) vrátane heliportov vo vzdialenosti menšej ako 5 500m od vzťažného bodu (ATZ zóna) bez povolenia a koordinácie s prevádzkovateľom letiska alebo správcom plochy.

3. Výška letu UAV, resp. rozsah výšok priestoru činnosti UAV sa vyjadrujú v stopách (ft) alebo v metroch (m). Druh použitej meracej jednotky je súčasťou každého číselného vyjadrenia výšky.

4. Pre účely koordinácie sa využíva svetový koordinovaný čas – UTC.

5. Let s UAV sa musí vykonať tak, aby nebola ohrozená bezpečnosť iných lietadiel, osôb a majetku na zemi a aby sa zabezpečila ochrana životného prostredia pred hlukom a emisiami zo znečisťujúcich látok z bezpilotných lietadiel. Let s UAV sa odporúča vykonať vo vzdialenosti väčšej 1 500 m od husto zastavaných miest alebo zhromaždení ľudí na voľnom priestranstve, ak je bezpilotné lietadlo poháňané spaľovacím motorom a jeho maximálna vzletová hmotnosť je väčšia ako 7 kg.

6. UAV nemôže byť použité na leteckú prepravu osôb, batožiny, nákladu alebo poštových zásielok.

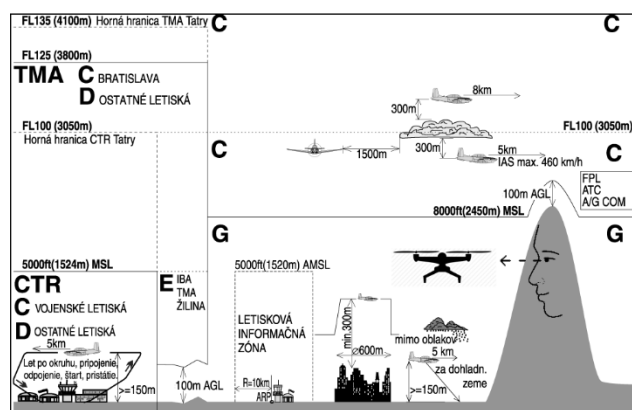
7. Zhadzovanie predmetov z bezpilotného lietadla počas jeho letu je zakázané.

8. Vykonanie letu bezpilotným lietadlom v noci je zakázané.

9. Počas letu musia byť rozsvietené zábleskové svetlá UAV (ak sú súčasťou vybavenia).

10. Lety s UAV možno vykonávať za podmienok VMC v neriadennom vzdušnom priestore „G“ od zeme do výšky 330ft/100 m AGL tak, aby operátor UAV mal nepretržitý vizuálny kontakt s UAV.

11. Lety s UAV možno vykonávať tak, aby boli rešpektované (tzn. nelietat' nad) husto zastavané oblasti, zhromaždišiska osôb, priestory alebo ochranná pásma (napr. vodné zdroje, komunikácie).



Obrázok 1 – Rozdelenie vzdušného priestoru SR s UAV  
Letecké práce :

Ak je akéhokoľvek lietadlo (aj UAV) využívané za účelom leteckej fotografie (fotografovanie, filmovanie a iné zaznamenávanie z paluby lietadla), je to výkon leteckých prác (§ 44 leteckého zákona), ktoré podlieha aj vydaniu povolenia Ministerstvom obrany SR v súlade s §63 a § 64 zákona NR SR 215/2004 Z.z. o ochrane utajovaných skutočností a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Letecké práce možno vykonávať len na základe povolenia vydaného Dopravným úradom. Dopravný úrad v povolení určí rozsah a podmienky na vykonávanie leteckých prác. Vydanie povolenia na vykonávanie leteckých prác a vydanie rozhodnutia o určení podmienok pre UAV musí predchádzať:

- zaevidovanie UAV na Dopravnom úrade,
- poistenie UAV,
- zaškolenie osoby, ktorá bude UAV ovládať (pilot/operátor),
- teoretické a praktické preskúšanie pilota/operátora na Dopravnom úrade,
- vypracovanie prevádzkovej príručky.

Ministerstvo obrany SR začne konanie až v okamihu, kedy má Dopravný úrad vydané povolenie na vykonávanie leteckých prác (§44 leteckého zákona ) vrátane určenia podmienok bezpečnej prevádzky pre UAV (§7 leteckého zákona).

Do doby vydania povolenia na vykonávanie leteckých prác môže žiadateľ evidované UAV prevádzkovať iba ako model lietadla podľa podmienok určených rozhodnutím Dopravného úradu. Riadiť (ovládať) UAV môže osoba, ktorá je držiteľom osvedčenia vydaného na tento účel Dopravným úradom. Podmienkou na získanie tohto osvedčenia je úspešné absolvovanie teoretických a praktických skúšok na Dopravnom úrade. [6] [9]

#### Regulácia elektronických komunikácií :

V Slovenskej republike je prevádzkovanie rádiových zariadení možné iba na základe individuálneho povolenia alebo na základe všeobecného povolenia na používanie frekvencií. Úrad pre reguláciu elektronických komunikácií a poštových služieb je regulačným a cenovým orgánom, ktorý vykonáva štátny dohľad v oblasti elektronických komunikácií a poštových služieb na jej území.

Z pohľadu tohoto úradu uvažujeme o UAV ako o rádiovom zariadení. Všeobecné povolenia na používanie frekvencií sú dostupné a pravidelne aktualizované. Komerčne dostupné UAV zväčša využívajú frekvenčné pásmo 5,8 GHz na prenos videosignálov s maximálnym výkonom 25 mW, pásmo 2,4 GHz a 5 GHz pre prenos riadiacich signálov s maximálnym výkonom 150mW. Zariadenia musia spĺňať podmienky všeobecného povolenia č. VPR 10/2014. Podmienkou ich uvedenia na trh a do prevádzky je posúdenie zhody podľa Nariadenia vlády č. 443/2001 Z.z., ktorým sa ustanovujú podrobnosti o technických požiadavkách a postupoch posudzovania zhody na rádiové zariadenia a koncové telekomunikačné zariadenia. Týmto nariadením vlády bola prevzatá Smernica Európskeho parlamentu a Rady 1999/5/EC z 9. marca 1999 o rádiových zariadeniach a koncových telekomunikačných zariadeniach a o vzájomnom uznávaní ich zhody. [8]

#### IV. ZÍSKANIE LICENCIE NA SLOVENSKU

Ak je osoba, ktorá bude ovládať lietadlo spôsobilé lietať bez pilota, držiteľom preukazu spôsobilosti pre pilota akejkoľvek kategórie lietadiel vydaného príslušným úradom, Dopravný úrad vykonanie teoretickej skúšky nepožaduje. Ak osoba, ktorá bude ovládať lietadlo spôsobilé lietať bez pilota, požiadavky uvedené vyššie nespĺňa, je potrebné prihlásiť sa na vykonanie teoretickej skúšky a požiadať Dopravný úrad/odbor licencovania leteckého personálu o vykonanie teoretickej skúšky. Skúška z teoretických vedomostí pozostáva z nasledujúcich predmetov:

- letecké právo a postupy riadenia letovej prevádzky,
- všeobecné vedomosti o lietadle,

- letové výkony lietadla a plánovanie letov,
- meteorológia,
- prevádzkové postupy,
- základy letu,
- komunikácia.

Ku šiestemu mesiacu roka 2016 Dopravný úrad vydal takmer 70 preukazov spôsobilosti pilota UAV a registroval stúpajúci trend podaných žiadostí.

#### V. ZÁVER

V príspevku boli vymedzené základné pravidlá prevádzky bezpilotných lietadiel pre komerčné aj nekomerčné využitie. Legislatívne podmienky prevádzky UAV nie sú napriek viac ročnej snahe u nás ani vo svete komplexne implementované, pričom sa očakávajú zmeny a doplnenia na nadnárodnej úrovni, čo sa následne premietne aj do zákonov platných na Slovensku. Zákony o leteckom snímkaní boli vypracované v roku 2004. Úrady ich zaviedli s cieľom zabrániť, aby sa na leteckých snímkach objavil strategický objekt. Dôvodom je najmä obrana a bezpečnosť štátu, ochrana utajovaných skutočností, ale tiež ochrana osobných údajov a bezpečnosti osôb a majetku. Takto vyhotovené snímky sa radia medzi akékoľvek letecké snímky a podľa platnej legislatívy musí takýto materiál odsúhlasiť ministerstvo obrany. Ministerstvo obrany vydáva súhlas na vykonanie leteckého snímkovania. V momentálnej situácii, keď má množstvo UAV snímacie zariadenia považujeme zákon za zastaraný. Usudzujeme že podstatná väčšina vykonávaných leteckých prác sa týka vyhotovovania leteckých snímkov, bez náležitých povolení sa vyhotovujú ilegálne. V Českej Republike nie je takýto zložitý postup potrebný. Fotografie a videá si kontrujú prevádzkovatelia sami a zaručujú sa neporušovať pravidlá ochrany osobných údajov. Verejný priestor slúžiaci k všeobecnému užívaniu a teda fyzicky prístupný, každému bez obmedzenia. Český zákon ( § 34 zákona č. 128/2000 Sb., o obcích) vníma taký priestor ako dvoj, tak aj trojrozmerný. Tento príklad nám naznačuje že ostatné krajiny EU majú legislatívnu úpravu UAV pravdepodobne vyspelejšiu ako je tá na Slovensku. [12]

#### VI. REFERENCIE

- [1] Dictionary.com Unabridged, Based on the Random House Dictionary, © Random House, Inc. 2016
- [2] ICAO Cir 328, International Civil Aviation Organization: *Unmanned Aircraft Systems (UAS)*. Canada, ISBN: 978-92-9231-751-5, 2011.
- [3] Agenda Item 47: Work Programme of the Organization in the legal field, A38-WP/262 LE/7, 2013
- [4] Convention on International Civil Aviation, Chicago (USA), 1944
- [5] ICAO 9854 Global Air Traffic Management Operational Concept, Montreal, Canada, ISBN: 92-9194-554-4, 2005.
- [6] DÚ/L001-A/v3, NSAT SR, Bratislava, 2015
- [7] Kameníková, I. *The Development of Meteorological Services in Civil Aviation*. In: Aeronautika 15, Lublin, ISBN 978-83-7947-149-2, 2015
- [8] Szabo, S., Němec, V., Soušek, R.: *Management bezpečnosti letišť*. Brno, ISBN 978-80-7204-933-2, 2015
- [9] Úrad pre reguláciu elektronických komunikácií a poštových služieb, Všeobecné povolenie č. VPR 10/2014
- [10] Dopravný úrad SR, <http://letectvo.nsat.sk/letova-prevadzka/lietadla-sposobile-lietat-bez-pilota/>
- [11] Úrad pro civilní letectví ČR, L2 DOPLNĚK X – BEZPILOTNÍ SYSTÉMY, 4.12.2014

[12] *Možnosti detekcie UAV* / Nikolas Žáčik, Andrej Novák. In: Zvyšovanie bezpečnosti a kvality v civilnom letectve 2016 : medzinárodná vedecká konferencia organizovaná v rámci riešenia projektu Základný výskum tarifnej politiky na špecifickom trhu letiskových služieb VEGA 1/0838/13 : Zuberec, 27.-29. január 2016. - Žilina: Žilinská univerzita, 2016. - ISBN 978-80-554-1143-9. - S. 132-137.

[13] *Using the UAV for arial work in specific research application = Použitie UAV pre letecké práce v špecifických výskumných aplikáciách* / Mária Mrázová, Andrej Novák. In:

GEO SPATIAL VISIONS : vedecká konferencia : Banská Bystrica, 08.-09.09.2015. - Žilina: Žilinská univerzita, 2015. - ISBN 978-80-554-1113-2. - S. 43-44.

[14] Škultéty, F., Slovak ANS performance [Výkonnosť leteckých navigačných služieb v Slovenskej republike] In: Brokerské centrum leteckej dopravy pre transfer technológií a znalostí do dopravy a dopravnej infraštruktúry : zborník vedeckej konferencie : Donovaly, 22.-24.01.2014. - Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2014. - ISBN 978-80-554-0877-4. - S. 84-87.

# PROGRAM FOR THE MODELLING OF THE MOVEMENT AND NUMBER OF SPOTTERS AROUND THE AIRPORT

**Ing. David Hůlek**

Department of Air Transport, CTU in Prague, Faculty of Transportation Sciences, Czech Republic  
hulekdav@fd.cvut.cz

**Ing. Stanislav Absolon**

Department of Air Transport, CTU in Prague, Faculty of Transportation Sciences, Czech Republic  
absolsta@fd.cvut.cz

**Ing. Martin Novák, Ph.D.**

Department of Air Transport, CTU in Prague, Faculty of Transportation Sciences, Czech Republic  
novakm@fd.cvut.cz

**Abstract** – The paper is focused on spotters and their influence on the safety at airports. The spotters are people who observe and photograph aircraft in any phase of flight or ground movement. The paper is about a mathematical model which models a number of spotters during one day at the Václav Havel airport in Prague. The program models spotters' movement between places (or spotter points) too. The spotter point is a place at the airport which is designed for good view to the aircraft. The model considers the spotter places as places behind an airport fence. These places are often founded by the spotters. The program could be used for gaining better information about a people movement around the airport.

**Key words** – Spotters, Airport, Vaclav Havel Airport, People movements, People movement modelling, Number of persons at the Airport.

## I. INTRODUCTION

Nowadays, a lot of people come to the airport to observe or photograph departing, arriving and parking aircraft. These spotters can go to the reserved places. The airports usually builds these places for better view to the aircraft. It is better than normal places next to the airport fence etc. The spotters' places are: viewpoints, watch towers, sightseeing ways etc. Most of the spotters usually go behind airport borders and observes aircraft traffic. In usual situation people go toward the fence. The fence indicates the airport's area. There are good positions for aircraft observing or aircraft photographing around most of the airports. Any human in the vicinity of the airport could be an interrogator. The best way how to improve the airport security is to monitor all movements of the persons along the fence. The program which is described in the paper model the number of spotters and their movement (Prague Airport, Czech Republic) during one day. The program could be used for the airport safety guard and predict the number of movements in the vicinity of the airport and improve safety level. [1] [2]

## II. BASIC SPECIFICATIONS OF THE PROGRAM

The program models the total number of people and the movement of these people between the places for spotters at the airport. It is divided into two subprograms. The first subprogram models the total number of people at the places during one day. The day is divided to fifteen minutes intervals. The number of people depends on several factors. All factors are describes below. Each likelihood of a people occurrence is based on experiences provided by airport's specialist and the spotters themselves. Each likelihood of the occurrence can be edited in the program. More precision likelihoods could be gained from a long-term data gathering and from follow-up analysis. But current likelihoods are enough for introducing the program. The factors on which the number of people depends are:

- departing/arriving of a new aircraft (for example: first landing of Airbus A380),
- departing/arriving of an interesting aircraft (for example: arrival of Antonov AN-225),
- departing/arriving of a new airline (for example: the first flight of Emirates airline),
- year season (spring, summer, autumn, winter),
- weather (clear sky, fog, clouds, precipitation),
- day of week (working day, weekend) and
- night or day conditions.

Every user can set some initial values in the program.

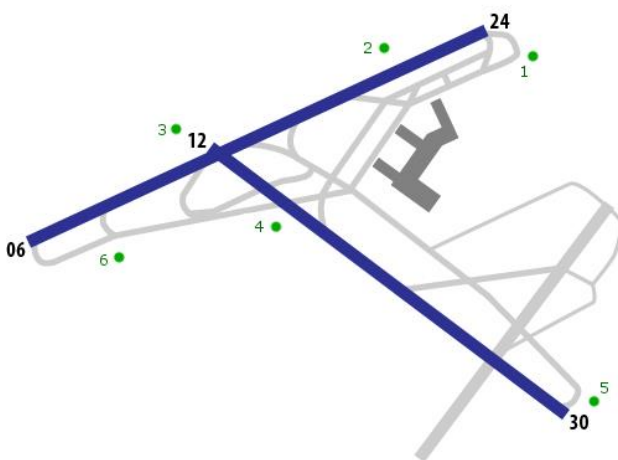
These values are:

- anticipated number of all people,
- in which quarter of an hour the new/interesting aircraft will arrive/depart,
- in which quarter of an hour the new airline will arrive/depart,
- weather and in which quarter of an hour it changes and
- time of sunset and sunrise respectively when it is light and when it is dark.

The second subprogram models the movement of people between the places. The figure 1 shows the Václav Havel Airport with the spotter places. These marked places are used most commonly. A choice of the place depends on what runway is in use. There are two runways 24-06 and 12-30 at the airport. The place where people move depends on a position in previous quarter of hour. The runway in use depends on many factors. We used the most important in our program, a wind direction. Initial conditions for the second subprogram are:

- when and how the wind changes and
- interval of changes.

The user can set the interval for which he/she want to simulate the movement of people. The interval binds to quarter of an hour and it is linked with the first subprogram. In other words, if the user wants to simulate the movement of people from 6 am to 8 am, he/she sets the interval from 24 to 32.



**Figure 1 – A Václav Havel Airport ground plan with the runways (black numbers) and the spotter places (green dots) [3]**

A dependence between the used runway and the wind direction is as follows:

- runway 24 is used when south, southwest, and west winds blow,
- runway 06 is used when north, northeast and east winds blow,
- runway 12 is used when southeast winds blow and
- runway 30 is used on the northwest winds blow.

### III. PROGRAM DESCRIPTION

The program are going to be described at this chapter. The program has been created at the Scilab. As it is written above, the value of each likelihood has been determined according to the experts and spotters. It is necessary to do a long-term research to gain more precise values. This research was not a part of the design and creation of the simulation program. The likelihoods can be changed easily in the program.

#### THE FIRST SUBPROGRAM

There are an initial setting of the program and variables in the first part of this subprogram. The variables carry information about the likelihoods of the occurrence of people. As it has been written, the final likelihood depends on the aircraft

type, company, weather, daylight, day of a week and season. The second part of the subprogram is reserved for the setting of the initial conditions. These are listed above too. There is no interface for setting the conditions and a user has to write the data into the program code. Basic knowledge about the programming at the Scilab or Matlab is needed because of this.

There is a dependence testing in the next part of the subprogram. This part is there because of the analysis if the simulation is credible or not. If there had been no dependence between the number of people and other variables, for instance the weather or season, it would have been useless to model anything. The parametric hypotheses testing has been chosen for the dependence testing. The null hypothesis (H0) says that the number of people is same in both cases (For instance: There will be the same number of people when there is a normal traffic or when some interesting aircraft is departing/arriving). This hypothesis is same for all tests. The double sided alternative hypotheses have been used for the testing. These hypotheses say that the number of people can be bigger or smaller when there is some change. All testing is at the level of importance of 95 %. Material and programs which belong to Mr. doc. Ing. Ivan Nagy, CSc. have been used for this testing. [4]

There is a core of the subprogram after the hypotheses testing. This core is the modelling itself. The categorical model has been chosen because of a way how the problem has been defined and because of specific requirements to the subprogram. It has been found out at the beginning that the categorical matrix (table) would be too big. This problem has been solved by a system of conditions. The system reduced the matrix to an acceptable level. A principle of a conditions using is in the picture 2. The conditions are the first part of the first subprogram core. The second part are cycles. The cycles analyse the conditions and the cycles change the final likelihood according to the conditions. There is a generation of the number of people of each quarter of an hour after the generation of the final matrix which contains right values. The next step is a cycle which solves a “people disappearance” problem. This problem means that the people would be near the airport while there is something interesting at the airport then they would not be there because that there is nothing interesting and after that they would be there again because there is something interesting again.

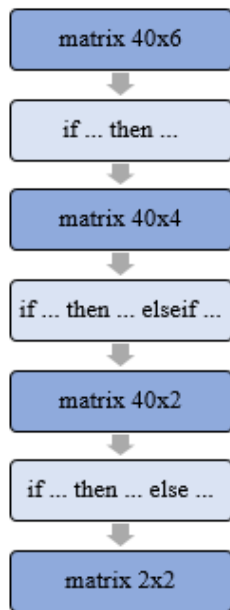
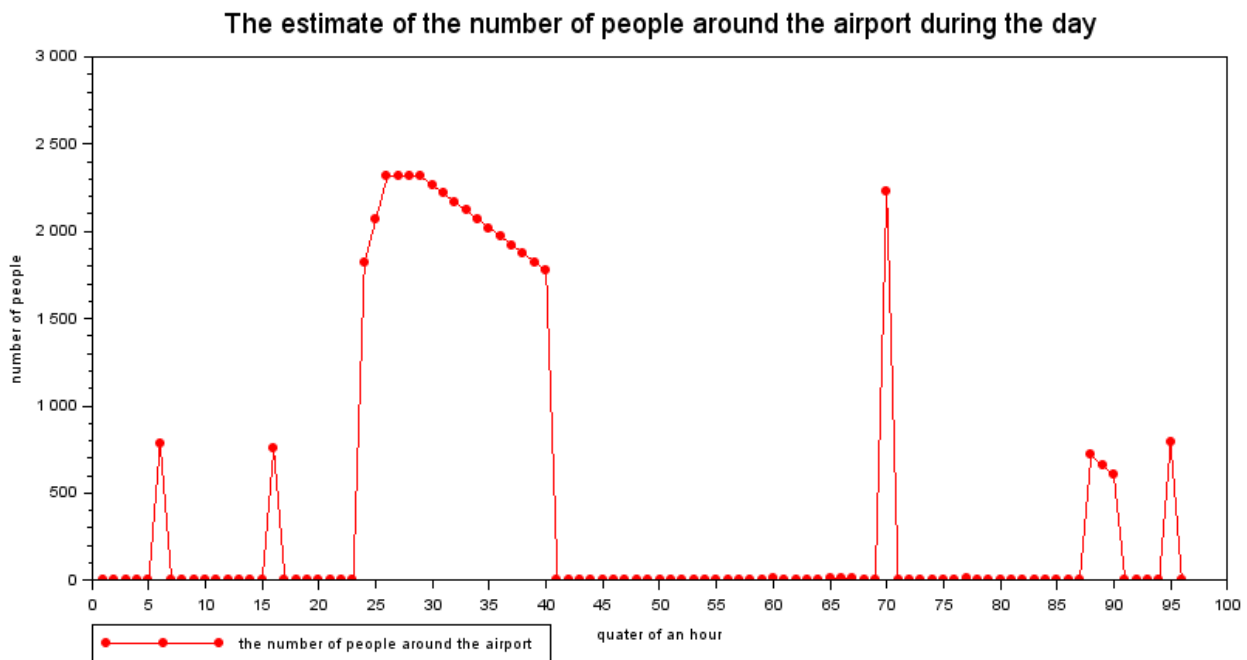


Figure 2 – The principle of the categorical matrix reduction by the conditions. The size of the matrix is illustrative

The last part of the first subprogram is about a saving of a needed variables into the external file and about a setting the graphic output from the subprogram. The output is in the figure 3.

#### THE SECOND SUBPROGRAM

The first part of the second subprogram is about the initial setting and defining each likelihood. This is the same as at the first subprogram. The next step is setting of initial conditions. These conditions are an interval in which the modelling process will run and settings when and which direction the wind will blow. The data have to be written directly into the subprogram code. The following part is about the parametric hypotheses testing. The testing is almost the same like at the first subprogram. The testing is double sided at the level of importance of 95 %.



The number of people depends on the aircraft type or on the company at a significance level of 0.95.

The number of people depends on the season at a significance level of 0.95.

The number of people depends on the weather at a significance level of 0.95.

The number of people depends on the day of a week at a significance level of 0.95.

The number of people depends on the daylight at a significance level of 0.95.

Figure 3 – The output from the first subprogram – The estimate of the number of people around the airport during one day. There are quarters of an hour during all day from 00:00 to 23:45 at the x axis. There is the number of people at the y axis. Sentences under the graph inform whether the number of people depends on some variables or not (results from the hypotheses testing).

The core of whole second subprogram finds out the initial state of the chosen interval and then it models a shift of people during the whole interval. The initial state is a placement of people at the first step from the interval. Needed data are loaded from the external file. This data have been upload into the external file from the first subprogram. The categorical model has been used for this subprogram too. Reasons are almost the same as at the first subprogram.

The last part of the second subprogram is about a setting the graphic output. The output is in the figure 4.

#### IV. CONCLUSION

The goal was to create a program capable to simulate and to model the number of people moving between watch places located behind the fence of the Václav Havel Airport. The goal has been reached and the program simulates the movement of people between the watch places and it determines the maximal number of people. The outputs have some not-negligible errors. These errors are because of the data sources needed for the modelling. If it is requested to minimize the errors, a large and long-term data gathering has to be done. But the current data, which have been gained from the experts and spotters, are sufficient. Formulas, calculations and program code are not listed in the article intentionally. It is because of the know-how protection.

#### ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank Mr. doc. Ing. Ivan Nagy, CSc. for helping with the program and for providing some parts of the program code which have been used for testing the hypotheses.

#### REFERENCES

- [1] FERENC, J., et al. *Prevádzka Letísk*. Košice: TUKE, Letecká fakulta, Katedra leteckého inžinierstva. 2013, ISBN 978-80-553-1377-1.
- [2] KRAUS, J., PLOS, V., and VITTEK, P. *The New Approach to Airport Emergency Plans*. *International Journal of Social, Management, Economics and Business Engineering*. 2014, 8(8), pp. 2369-2372. ISSN 1307-6892. Available from: <http://waset.org/publications/9998948/the-new-approach-to-airport-emergency-plans>
- [3] ZUSKA, A. *Spotteři slaví, v Ruzyni otevřeli nové vyhlídkové valy*. *Aeroweb.cz* [online]. 2012, 1 [cit. 2016-08-26]. ISSN 1801-6847. Available from: <http://www.aeroweb.cz/clanky/3415->
- [4] NAGY, I. *Ivan Nagy* [online]. Praha, 2015 [cit. 2016-08-26]. Available form: <http://nagy.rudolfpohl.cz/>

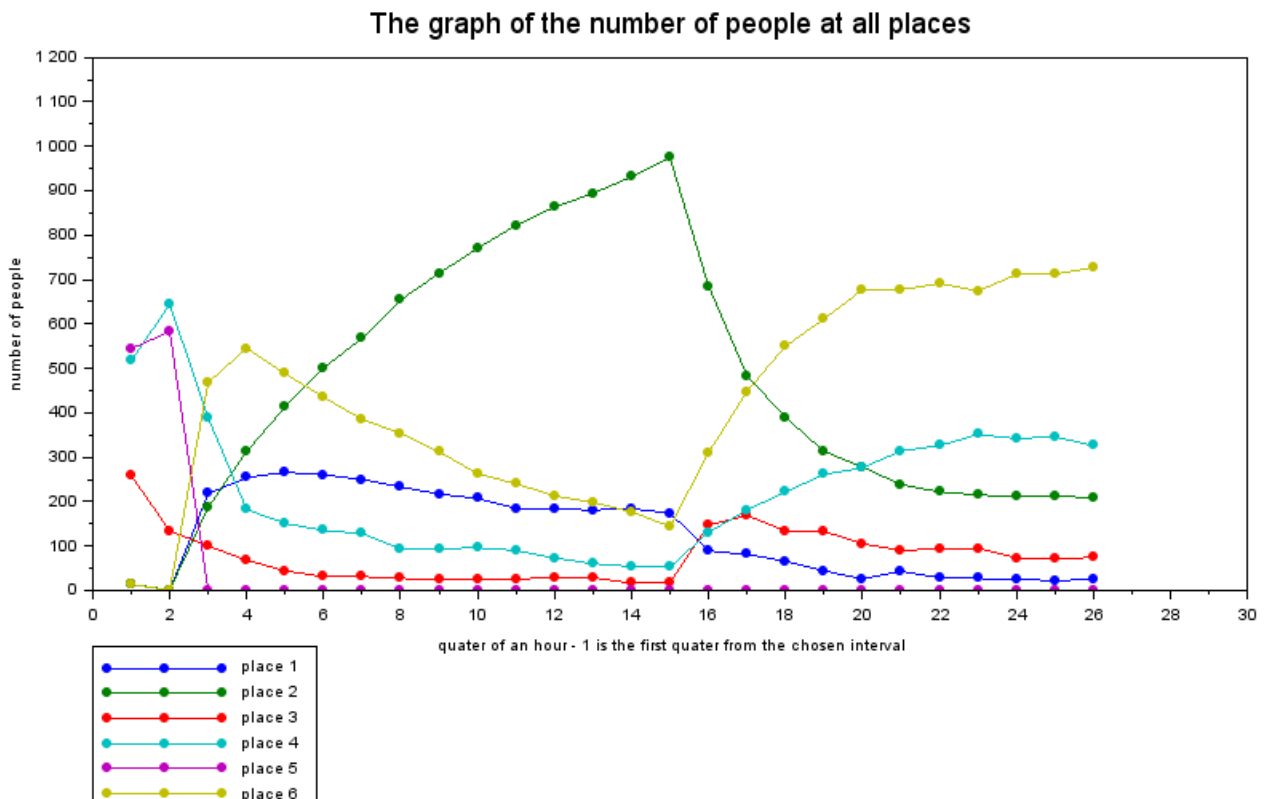


Figure 4 – The output from the second subprogram – The graph of the number of people at all places. Numbers of the places match with green numbers in the figure 1. There are quarters of an hour from the interval at the x axis. There is the number of people at the y axis. Sentence under the graph informs whether the number of people depends on some variable or not (results from the hypotheses testing).



# VYUŽITIE SIMULAČNÉHO PROGRAMU WITNESS V LETECTVE

## THE WITNESS SIMULATION APPLICATION IN AEROSPACE

**Ing. Michal Janovec**

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Slovak republic  
michal.janovec@fpedas.uniza.sk

**Ing. Roman Poprocký, PhD.**

Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Slovak republic  
roman.poprocky@fstroj.uniza.sk

**Abstract** – Simulation offers an optimal solution of problems by means of Witness software. It enables to simulate working environment as well as material flows. The result is higher efficiency of whole process and elimination of problems.

**Key words** – model, simulation, Witness

### I. ÚVOD

Simulácia v dnešnom modernom svete výpočtovej techniky nachádza čoraz väčšie uplatnenie v ľudskom živote. Projektovanie alebo prevádzka zložitých výrobných systémov prináša so sebou veľké množstvo problémov a rizík, ktoré môžu vzniknúť. Pri takýchto zložitých systémoch je veľmi ťažké nájsť optimálne nastavenie systému. Pri projektoch, ktoré bývajú veľmi nákladné sa často robia úpravy, aby bol samotný projekt vôbec realizovaný. Z toho dôvodu môžu v projekte vzniknúť nedostatky, ktoré sa môžu objaviť v priebehu prevádzky. Tieto nedostatky je následne potrebné riešiť dodatočnými úpravami systému. Dodatočné úpravy sú väčšinou spojené s ďalším nárastom nákladov, preto je simulácia možným nástrojom ako týmto problémom predchádzať pri projektovaní výrobných systémov, prípadne zdokonaľovať už existujúce systémy.

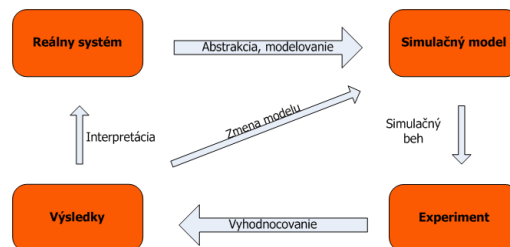
Simuláciami získavame množstvo informácií o výrobných systémoch, ktoré môžeme získať relatívne rýchlo po spustení simulačného modelu. Simulácia má význam pri rôznych analýzach ako napr. kapacitné požiadavky, využitie zdrojov, napĺňanie stanovených výrobných plánov, zosúladení výrobných liniek, eliminácia úzkych miest a pod.

### II. DEFINÍCIA SIMULÁCIÍ A ZÁKLADNÝCH POJMOV

Pojem simulácia, alebo pojem simulovať môžeme definovať na rôznom stupni všeobecnosti. Najvšeobecnejšia definícia simulácie je pomocou synonym predstierať, napodobňovať. Simulácia je teda napodobňovanie reálnych vecí, vzťahov, stavov alebo procesov. Existujú však aj odbornejšie definície simulácie.

Napríklad americký matematik a inžinier Claude Elwood Shannon definuje simuláciu ako proces tvorby modelu reálneho systému a vykonávanie experimentov s týmto modelom,

za účelom dosiahnutia lepšieho pochopenia chovania študovaného systému, či za účelom posúdenia rôznych variant činnosti systému.

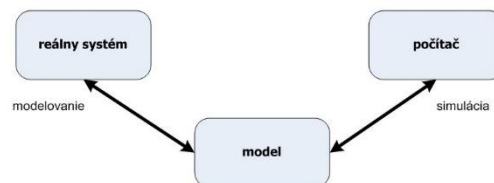


Obrázok 1 – Definícia simulácie podľa Shannona

Americký profesor Thomas Herbert Naylor definoval simuláciu ako numerickú metódu, ktorá spočíva v experimentovaní s matematickými modelmi reálnych systémov na číslicových počítačoch.

Nórsky počítačový vedec Ole-Johan Dahl definoval simuláciu ako techniku, ktorá nahrádza dynamický systém modelom, s cieľom získať informácie o systéme pomocou experimentov s modelom.

Kanadský inžinier Bernard P. Zeigler definoval tri elementy (reálny systém, model, počítač) a dva vzťahy – modelový a simulačný.



Obrázok 2 – Simulácia podľa Zeiglera

Pre pochopenie podstaty fungovania simulačných prostriedkov, je nutné definovať základné princípy a vzťahy simulácie a modelovania.

- 1) **Systém** - v simulácii a modelovaní sa študuje nejaký objekt, resp. možné varianty konkrétneho objektu, pričom slovo objekt chápeme tak, ako ho chápu filozofovia: je to nejaký objekt hmotného sveta, a to buď objekt, ktorý skutočne existuje (konkrétna tovareň, škola, krajina), alebo objekt

o ktorom uvažujeme, že by mohol existovať (stroj, budova alebo výrobná prevádzka, ktorá by mala byť realizovaná, ale definitívne rozhodnutie ešte nebolo formulované). V ľudských silách nie je možné celý proces racionálne, t.j. rozumovými prostriedkami, pochopiť a zvládnuť. Z toho dôvodu sa zavádzajú na skúmaných objektoch v rôznych odboroch vedy, techniky a riadení spoločnosti abstrakcie, ktoré zanedbávajú na skúmaných veciach niektoré aspekty skúmaných objektov. Zanedbané aspekty sú však špecifickými vedeckými, technickými či spoločenskými odborními zvládnuteľné a pracovníci spomínaných odborov o nich ďalej racionálne komunikujú. Takúto abstrakciu budeme v modelovaní a simulácii nazývať systémom a podľa charakteru profesie, ktorá systém na objekty „vidí“, „zavádza“, či „definuje“ dostáva systém aj prívlastok (napr. ekonomický, výrobný, elektronický, ekologický atď.)

- 2) **Model** – pri modelovaní a simulácii je slovo model používané pre analógiu medzi dvoma systémami. Jednoduché príklady poskytuje mapa (model časti zeme na papieri), socha (model osoby, zvieratá, atď.) alebo detský vláčik (model skutočného vlaku v zmenšenej mierke). Vzťah obidvoch systémov modelovaného a modelujúceho je daný tým, že každému prvku P modelovaného systému je priradený prvok Q modelujúceho systému, každému atribútu  $g$  a  $h$  je daný konkrétny pomer. Jeho charakter nie je nejaká všeobecne obmedzený, ale v prípade, že  $g$  i  $h$  sú aritmetické atribúty, býva pomer úmernosť, tolerancia (mapa zobrazuje len približne), kombinácia úmerností a tolerancia (napr. rozmery častí detského vláčika sú približne rovnaké a odpovedajú rozmerom skutočného vlaku) a pod. Model je teda zložitá štruktúra, ktorá spája dva systémy, ich prvky a atribúty, a v prípade simulačných modelov aj existenciu obidvoch systémov. V praxi sa však ustálilo, že pod slovom model sa rozumie modelujúci systém. Tento výraz však nie je úplne výstižný a presný, preto sa miesto uvedeného výrazu používa slovo originál.
- 3) **Modelovanie** – pojem modelovanie v zmysle výskumnej techniky, presnejšie vymedzuje tento termín v nasledujúcom zmysle: „ Podstatou modelovania v zmysle výskumnej techniky je náhrada skúmaného systému jeho modelom (presnejšie: systémom, ktorý ho modeluje), jeho cieľom je získať pomocou pokusov s modelom informácií o pôvodnom skúmanom systéme.“
- 4)
- 5) **Simulácia** – v bežnej reči znamená simulácia predstieranie choroby, bezvedomia, duševnej poruchy a pod. Z profesionálneho hľadiska by sme význam slova simulácia zaradili do sociálnej psychológie. Pojem simulácia, ako ho chápe aplikovaná informatika a kybernetika a ako ho chápu aj ostatné odbory, pri aplikácii výpočtovej techniky, má však úplne iný obsah. V tejto oblasti je simulácia chápaná ako modelovanie v zmysle výskumnej techniky, pri ktorej je použitý model je simulačný. Simulácia je teda výskumná technika, ktorej podstatou je náhrada skúmaného

dynamického systému jeho simulátorom s tým, že sa so simulátorom experimentuje s cieľom získať informácie o pôvodnom skúmanom dynamickom systéme. Aby išlo o simuláciu, musí byť cieľom experimentu so simulátorom snaha dozvedieť sa niečo o simulovanom systéme.

### III. VYUŽITIE SIMULAČNÝCH MODELOV

V súčasnosti prevládajú nasledujúce typy simulácií, takmer bez výnimky realizované s využitím výpočtovej techniky: simulácia dynamických a fyzikálnych systémov (diferenciálne rovnice, metóda konečných prvkov a iné), simulácia systémov diskretných udalostí (teória sietí front a iné), simulácia zameraná na výcvik osôb (letecké simulátory a trenažéry, operátorské simulátory a iné)

Medzi úspešne realizované projekty v oblasti logistických systémov v zahraničí patria napr.: návrh obslužných zón letísk, systémov manipulácie s batožinou a systémov odbavovania letov; simulačná podpora návrhu a logistického riadenia unikátneho systému podzemnej dopravy pri letisku Amsterdam Schiphol; návrh logistických centier umožňuje ich správne dimenzovanie a optimálnu alokáciu pracovných síl; simulácia globálnych dopravných systémov (simulačný model prepravy ropy a zemného plynu s optimalizáciou využitia flotily tankerov).

### IV. SIMULAČNÝ PROGRAM WITNESS

Witness, vyvinutý britskou firmou Lanner Group LTD., je popredný softvér na simuláciu a optimalizáciu výrobných, obslužných a logistických systémov.

Simulátor Witness je dostupný v dvoch verziách:

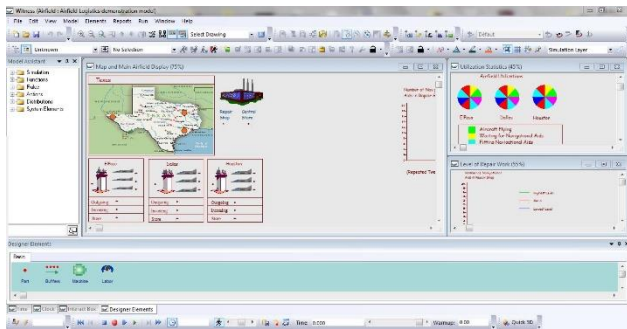
- 1) „**Manufacturing Performance Edition**“ – určená pre oblasť výroby a logistiky.
- 2) „**Service and Process Performance Edition**“ – určená pre oblasť služieb

Witness je systém určený na podporu rozhodovania manažérov spôsobom vytvárania simulačných modelov a následného experimentovania s nimi. „Na základe dostupných znalostí o existujúcich alebo plánovaných systémoch je možné lepšie predikovať ich správanie sa v budúcnosti.“

Jadro systému Witness dopĺňajú moduly na optimalizáciu procesov, zobrazenia v prostredí virtuálnej reality, na ľahkú obojstrannú výmenu informácií medzi nástrojmi Witness a Microsoft Visio, prepojenie s CAD/CAM systémami a dokumentáciu modelov.

Simulačný program Witness využíva princípy simulácie s diskretnými udalosťami. Takéto simulačné systémy sa nazývajú diskretné udalosťami riadené simulačné systémy. Pojem diskretná udalosťami riadená simulácia je definovaný ako simulácia, v ktorej sú stavové premenné menené iba v diskretných okamihoch, v ktorých sa vyskytne udalosť. Simulačný koncept (diskretné udalosťami riadenej simulácie) zahŕňa pojmy ako systém, model, udalosti, entity, atribúty, stavové premenné, aktivity, procesy, ktoré definujú udalosťami riadenú simuláciu. Pri výskyte udalosti dôjde k zmene stavu

systemu a tieto zmeny je potrebné zaznamenávať. Simulačný čas sa nemení spojito (ani s konštantným inkrementom), ale nastavuje sa vtedy na výskyt ďalšej udalosti. Narábanie so simulačným časom sa riadi podľa „kalendára udalostí“, ktorý zostavuje simulátor automaticky.



Obrázok 3 – Prostredie simulačného programu Witness

Modely v programe WITNESS dynamicky zobrazujú pohyb materiálu či zákazníkov v systéme, stavy jednotlivých prvkov, vykonávané operácie, alebo aktuálne využitie zdrojov. Zároveň sú zaznamenávané všetky udalosti, ktoré v systéme nastali. Používateľ tak môže sledovať dynamiku procesu a má k dispozícii aj údaje potrebné na vyhodnotenie výkonnosti daného systému podľa zvolených kritérií.

Model vytvorený vo Witness-e používa kombináciu dielov, ľudí, strojov a iných simulačných elementov za účelom simulácie skúmaných operácií.

Witness po skončení simulačného behu vygeneruje výstupné správy pre každý prvok, ktorý bol v modeli použitý. Vyhodnotením týchto správ vieme odhaliť nedostatky, ktoré môžu v modeli vzniknúť (hromadenie výrobkov, obsadenie dopravníkov, preplnenie skladov a pod.). Následne hľadáme riešenia na odstránenie spomínaných nedostatkov (prepracovanie jednotlivých pracovísk, zrýchlenie operačných časov, zvýšenie počtu pracovníkov, zvýšenie počtu zariadení).

## V. VYUŽITIE PROGRAMU WITNESS V LETECTVE

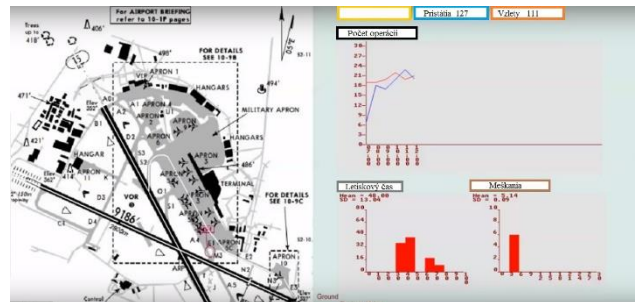
Počet cestujúcich v leteckej doprave narastá z roka na rok. Pre odbavenie čoraz väčšieho počtu cestujúcich je potrebné neustále zlepšovanie organizácie na letisku.

Najlepšie organizácie v sektore leteckej dopravy zistili, že môžu znížiť riziko súvisiace so zavádzaním nových technológií pomocou simulácie v programe Witness. Bez ohľadu na sektor, ktorého sa zmena dotýka, simulátor Witness sa používa na vytvorenie modelu pracovného prostredia a simuláciu dôsledkov rozhodnutí. Vďaka tomu si môže byť organizácia istá, že vždy urobila najlepšie rozhodnutie pred dôležitou finančnou investíciou.

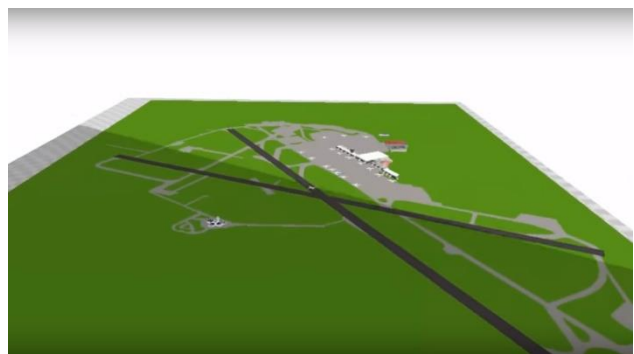
Mnohé organizácie používajú simulačný program Witness na čo najlepšie zlepšenie procesov. Medzi tieto organizácie patria napr.: British Airways, Virgin Atlantic, letisko Düsseldorf, Air France, letisko Madrid Barajas, letisko Rím – Fiumicino).

Zákazníci môžu využiť širokú škálu použitia simulačného programu Witness ako napr.:

- 1) **Registrácia cestujúcich** – využitie simulácie tokov cestujúcich v check – in oblastiach (napr. sledovanie času potrebného na odbavenie cestujúcich).
- 2) **Bezpečnosť** – simulácia priletov a odletov lietadiel

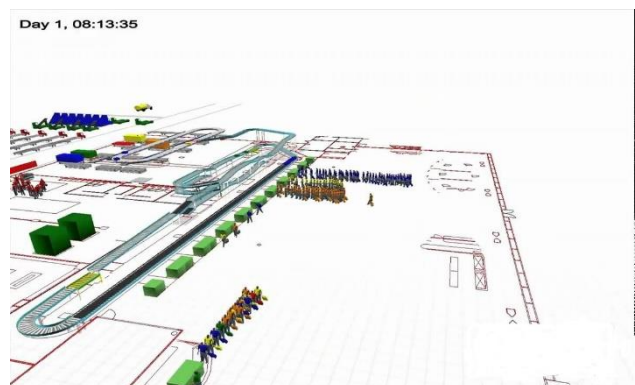


Obrázok 4 – Simulácia prevádzky letiska



Obrázok 5 – 3D model letiska v programe Witness

- 3) **Manipulácia s batožinou** – simulácia výkonu nových dopravných a manipulačných systémov, využívaných pri manipulácii s batožinou.



Obrázok 6 – Simulácia odbavenia cestujúcich

- 4) **Parkovanie lietadiel**
- 5) **Parkovanie a doprava** – projektovanie logistických činností ako je parkovanie automobilov, kyvadlová doprava sú optimalizované pomocou simulácie.

Witness simulačný softvér bol použitý na urýchlenie manipulácie s batožinou na letisku Barajas v Madride, ktoré odbaví 70 miliónov cestujúcich ročne.

Pre maximálnu účinnosť je terminál vybavený systémom automatizovanej manipulácie s batožinou, ktorý umožňuje spracovanie 16 500 kusov batožiny za hodinu. Na každý kus batožiny je umiestnená nálepka s čiarovým kódom. Po

nasnímaní čiarového kódu optickým snímačom je batožina následne roztriedovaná na automatické dopravníky.

Po spustení prevádzky a vykonaní následných testov bolo zistené, že systém zaostáva za očakávanými výkonovými normami a vykazuje známky nestability. Na zlepšenie situácie začal manažment letiska Barajas hľadať riešenia v oblasti simulačných technológií, s cieľom nájsť riešenie efektívnej prevádzky systému odbavovania batožiny. Manažment letiska sa nakoniec rozhodol práve pre simulačný program Witness.

Vytvorený model v programe Witness obsahoval sériu číselných a grafických výstupov, ktoré poskytovali užívateľovi jasné informácie o produktivite, výkonnosti v každej časti systému. Sledované boli napr. jednotlivé časy pohybu batožiny po dopravníkoch, informácie o obsaditeľnosti jednotlivých skladov, obsadenie jednotlivých dopravníkov a pod.

Zadaním všetkých premenných do vytvoreného modelu v programe Witness a po vyhodnotení výsledkov získaných simuláciou na modely, bolo letisko Barajas schopné prijať opatrenia na zlepšenie (zrýchlenie odbavenia v check – in, úprava dopravných pásov, úprava skladových priestorov a pod.).

## VI. ZÁVER

Simulácia je teda dôležitým podporným prostriedkom pre správne rozhodovanie sa pri projektovaní systému alebo analýze a optimalizácii už existujúceho systému. Simulačné programy si vyžadujú drahé počítačové vybavenie, simulačných špecialistov a čas. Dôležité je preto zhodnotiť, kedy je simulácia vhodným nástrojom riešenia problémov.

## REFERENCES

- [1] JANOVEC, M. 2016. *Simulácie v procesoch údržby*. Diplomová práca. Žilina: Žilinská Univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta. 82s.
- [2] FERENČÍKOVÁ M., BIGOŠ P.: WITNESS – Aplikácia logistických reťazcov, Zborník, 2. konferencia s medzinárodnou účasťou, Manažment výrobných systémov, ISBN 80-8073-623-5
- [3] BUGAJ M., *Riadenie zdrojov v systéme údržby*. Žilina : Žilinská univerzita, 2012. - ISBN 978-80-554-0519-3. - S. 36-42

# VYBRANÁ METÓDA HODNOTENIA EFEKTÍVNOSTI NAVIGAČNÝCH LIETADLOVÝCH KOMPLEXOV

## SELECTED METHODS OF ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF AIRCRAFT NAVIGATION COMPLEXES

**prof. Ing. Tobiáš Lazar, CSc.**

Katedra avioniky, Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Slovakia  
e-mail: tobias.lazar@tuke.sk

**doc. Ing. Pavol Kurdel, PhD.**

Katedra avioniky, Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Slovakia  
e-mail: pavol.kurdel@tuke.sk

**doc. Ing. JUDr. Alena Novák Sedláčková, PhD.**

Katedra leteckej dopravy, fakulty PEDAS, Žilinskej univerzity v Žiline, Slovakia  
e-mail: Alena.Sedlackova@fpedas.uniza.sk

**Abstract.** - This article focuses on the creation of the mathematical models, that can be used in the analysis of effective reciprocity between human-operator and the environment of the aircraft navigation complex, ergatic navigation complex.

**Key words** – ergatic navigation complex, reliability, conditional probability, set, reciprocity, deduction

### I. ÚVOD

Všeobecný nárast letových rýchlostí a hustota leteckej prevádzky si vyžadujú presné a spoľahlivé meranie navigačných parametrov. Nároky na presnosť navigácie podmienili nárast počtov navigačných meracích sústav, ktoré podmieňujú potrebu riešenia navigačných úloh pri sledovaní lietadiel po zadanej trajektórii. Zložitosť riešenia týchto úloh s rastom nárokov na ich spoľahlivú presnosť si žiada použitie nových algoritmov [4] palubných počítačov a zobrazovacích systémov lietadiel s výstupnými navigačnými údajmi. Požiadavka na kompaktnosť lietadlových kokpitov si tiež vynútila zmeniť architektúry automatizovaných navigačných komplexov (ANK), ktoré bez zásahu operátorov riešia tieto úlohy, v spojení s ich kontrolou presnosti. Systémový výklad metodiky si vyžaduje akútne znalosti z oblasti prevádzkovania, normovania a prognózovania budúcich horizontov letovej bezpečnosti a právnych noriem v navigačných vzájomnostiach, ktoré sa realizujú vo vzťahu človek – stroj. Vybrané metódy používajú štatistické kritéria cieľovej technickej efektívnosti navigačných ergatických komplexov (NEK). Obsah článku tiež hodnotí javy štatistickými formuláciami, ktorých pochopenie a význam pre ďalší výskum umožňuje konfrontácia miery hodnotenia kvalitných navigačných systémov.

### II. NAVIGAČNÝ ERGATICKÝ KOMPLEX

Pojem navigačný ergatický komplex obsahuje procesné spojenie fyzikálneho informačného systému objektu

(lietajúceho aparátu) a človeka (operátora-pilota OP), ktoré sa realizuje transformáciou zadanej alebo novo vzniknutej udalosti so známymi súradnicami  $(x_0, t_0)$  do žiadanej (resp. zadanej) pozície so súradnicami  $(x, y, z)$  v čase  $t \geq t_0$  s vopred známou presnosťou a efektívnosťou. Problém uvedeného vzťahu sa skomplikuje, ak stránku bezpečnosti rozšírime o pojem spoľahlivosť NEK, ktorá sa odráža v kvalite navigačných systémov. Bezpečnosť človeka (OP) vníma ako mieru istoty bezporuchovej prevádzky neergatického komplexu s vedomím, že ak taký systém nevykonáva svoje funkcie správne bude sa transformovať do bezpečného stavu.

### I. SPOĽAHLIVOSTNÉ FUNKCIE NAVIGAČNÝCH KOMPLEXOV

Pojem spoľahlivosť [3] je definovaná pravdepodobnosťou, že navigačný systém vykonáva svoje funkcie správne. Spoľahlivosť však nerieši problémy spojené so zlyhaním systému. V takom prípade vstupuje do procesu navigácie človek- operátor-pilot, ktorý spravidla rieši nasledujúce štatisticky vymedzené tri prípady určené konvenčnými koeficientmi vzťahu posádka-lietadlo [8]:

Koeficienty sú:

$$k_{ns} = \frac{n_{ns}}{n_{sp}}, k_{hs} = \frac{n_{hs}}{n_{ns}}, k_{ks} = \frac{n_{ks}}{n_{hs}}, \quad (1)$$

kde:

$k_{ns}$  - koeficient nebezpečných situácií

$k_{hs}$  - koeficient havarijných situácií

$k_{ks}$  - koeficient katastrofických situácií

$n_{vp}$  - počet vzniknutých nebezpečných prejavov

$n_{zp}$  - počet zložitých predpokladov degradácie letovej bezpečnosti

$n_{hs}$  - počet vzniknutých havarijných situácií

$n_{ns}$  - počet vzniknutých nebezpečných situácií

$n_{ks}$  - počet vzniknutých katastrofických situácií

$n_{sp}$  - celkový počet nebezpečných stavov

Pravdepodobnosť vzniku štyroch zvláštnych situácií je určená formuláciami:

$$P_{zp} = \frac{n_{zp}}{N}, P_{vp} = \frac{n_{vp}}{N}, P_{hs} = \frac{n_{hs}}{N}, P_{ks} = \frac{n_{ks}}{N}, \quad (2)$$

kde:

$P_{zp}$  - pravdepodobnosť zložitých stavov

$P_{hs}$  - pravdepodobnosť havarijných stavov

$P_{ks}$  - pravdepodobnosť katastrofických stavov

$N$  - je počet letov v sledovanom časovom úseku.

Dosadením výrazov (1) do (2) dostaneme pravdepodobnostný matematický model pri pravdepodobnosti napr. katastrofickej situácie:

$$P_{ks} = k_{ks} \cdot k_{hs} \cdot k_{ns} \Rightarrow k_{zp} \cdot P_{zp}, \quad (3)$$

Kde  $P_{zp}$  interpretujeme ako pravdepodobnosť zložitých letových podmienok. Zo vzťahu (3) vyplýva, že aj pri dosahovaní vysokej pravdepodobnosti nevzniku  $P_{ks}$  môže nastať vo vzťahu: posádka-objekt stav, kedy niektorá z konštánt bude prekročená nad stanovený limit. V takom prípade hodnota  $P_{ks}$  poklesne. Pokles takej hodnoty však nemusí byť príčinou nesplnenia letovej úlohy, klesne však kvalita jej plnenia. Prijateľná kvalita plnenia úlohy má svoju mieru, ktorú nazveme efektívnosťou. V sledovanom prípade rovnicou (3) môžeme dosiahnuť hodnotu efektívnej pravdepodobnosti vzniku katastrofickej situácie. Praktický význam úvahy vyplýva zo skutočnosti, že zvolené kritériá istenia letovej bezpečnosti v systéme posádka – lietadlo (objekt) [6] môžu byť použité ako nástroj, ktorým je možné odhadnúť kvalitu funkcií vzájomnosti: lietajúci aparát-operátor (pilot). Významnosť úvah je zrejmá aj v ekonomickej oblasti. Z hľadiska potrieb tvorby modelov ergatických systémov môžeme úvahu použiť na skúmanie vzájomnosti pomocou teórie množín. Nech  $B$  - predstavuje udalosti ktoré pôsobia na systém posádka - lietajúci aparát. Nech  $C$  - predstavuje vonkajšie pôsobenia, resp. uspošobenia pre let bez pôsobenia zvláštnych situácií. Daná skutočnosť môže byť opísaná vzájomnosťou:

$$B_0 = B \cap C$$

Kde:

$\cap$  - predstavuje zjednotenie (penikanie) faktorov (oba faktory, t.j. B,C pôsobia súčasne) alebo nastala jedna z udalostí napr. :

$$C = C_1 \cup C_2 \cup \dots \cup C_n$$

Pri platnosti negácií (t.j. opačných) stavov pôsobenia vzájomnosti budú:

$\overline{B_0} = \overline{B \cap C}$ , ale  $B_0 \cap \overline{B} = \emptyset$ , čo je prázdna množina.

Vtedy pravdepodobnosť udalosti bude:

$$P(\overline{B}) = P(\overline{B}) + P(\overline{C}) - P(\overline{B} \cap \overline{C}), \quad (4)$$

Výraz  $P(\overline{C})$  v (4) vyjadruje napr. nepriaznivé meteorologické podmienky alebo nejestvujúcu kontrolu zo strany napr. riadiaceho letov atď. Používaným kritériom pre uvedené nepriaznivé podmienky je:

$$P(\overline{C}) \approx 0.12 P(\overline{B_0}), \quad (5)$$

V danom prípade kritérium (5) je prezentácia voľby kritéria efektívnosti pre istenie letovej bezpečnosti v tvare: posádka – lietajúci aparát. Každé podobné kritérium je možné použiť ako normu. Uvedená metóda je použiteľná aj na prognózovanie efektívnosti istenia letovej bezpečnosti na všetkých letových etapách a v letovej prevádzke. Aplikovaním prijatej metódy na prvú rovnosť (2) môžeme napísať:

$$P_{zp} = 1 - P(B) \quad (6)$$

Touto rovnicou je možné odhadnúť pravdepodobnosť vzniku zložitej letovej situácie a následne ovplyvňovať elementy systému posádka – lietajúci aparát. Možné využitie rovnice (6) je pri plánovaní letových akcií napr. v podmienkach Vzdušných síl OSSR s predpísanou efektívnosťou.

### III. MULTIFUNKČNÉ ERGATICKÉ KOMPLEXY

Autori vychádzajú z predpokladu, že objektívnosť výskumu systému: posádka ( $P_{os}$ ) - lietajúci aparát (A) v ďalšom ( $P_{os} | A$ ) - je podmienená efektívnosťou ostatných častí konštrukcie objektu lietadla: pohonu, rádiotechnického vybavenia, pilotážneho, navigačného systému. Prakticky je nemožné vykonávať výskum s pozície systémového prístupu všetkých štruktúr a schém príslušného objektu. Problém sa ešte viac skomplikuje, ak výskum efektívnosti zložitého systému podmienime pôsobnosťou operátora-pilota.

Z dôvodov zjednodušenia daného problému navigačnej úlohy každého systému s palubnou výbavou mnohofunkčných ergatických elementov je vhodné rozdeliť ich na jednoduché cieľové ergatické komplexy podľa určitých predpokladov, ktoré je dôležité vo výskume akceptovať.

1. Každý cieľový komplex musí zabezpečovať riešenie vymedzených úloh samostatne, bez zálohovania.

2. Keď čo i len jediný komplex prestane plniť zadanú úlohu, potom podmienenosť ( $P_{os} | A$ ) sa nespĺňa.

3. Pravdepodobnosť splnenia letovej úlohy systémom ( $P_{os} | A$ ) musí byť sprevádzaná podmienenou pravdepodobnosťou splnenia úlohy každým ergatickým komplexom.

Platnosť uvedených pravidiel sa realizuje na palube ( $P_{os} | A$ ) plnením nasledujúcich funkcií:

1. Premenu energíí obsiahnutých v nosičoch na ťah motora a na dodávku diverznej energie ostatných spotrebičov.

2. Tvarovaním bezpečnej časovo-priestorovej letovej trajektórie.

3. Vykonávaním ovládania lietadla okolo jeho ťažiska na zadanej časovo-priestorovej trajektórie.

4. Vytvaraním životne sociálne právnych podmienok zúčastnených leteckej prevádzky.

Funkcie je možné umiestniť do jednotlivých ergatických komplexov (obr.č.1): 1. Energetický komplex, komplex pohonu 2. Navigačný komplex, 3. Pilotážny komplex, 4. Lokálny environmentálny komplex.

Každý z vymenovaných komplexov sa vyznačuje bohatstvom vnútorných vzájomnosti a štruktúr, ktoré sa vyznačujú osobitosťou a úlohami. Modelovo je možné rozmiestnenie udalosti do komplexov takto:

$$B = B_1 \cap B_2 \cap B_3 \cap B_4, \quad B \cap B_i = \emptyset, \\ i=1,2,3,4,\dots \quad (7)$$

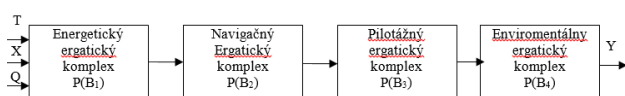
Kde  $B_i$  – sú udalosti ovplyvňujúce plnenie úloh kladených na energetický, navigačný, pilotážny komplex a lokálny environmentálny komplex. Z hľadiska posudzovania objektívnosti ergatického komplexu je možné použiť, resp. navrhnúť kritériá, ktoré sa odvodzujú od jeho schémy. Pre schému na obr.1 je vhodné kritérium ktoré akceptuje nezávislosť energetického komplexu od elementov ostatných častí schémy, ktoré sú naopak závislé od jeho funkcie. Vyjadrenie podobnej bezpečnosti v jej prejave hodnotíme ako udalosť  $A_1$ . Znamená to, že ak vyjadríme pravdepodobnú bezpečnosť ergatického komplexu  $P(B_1)$ , potom jej prejavom bude udalosť  $A_1$ , ktorú označíme zápisom  $P(B_1) = A_1$ . Ostatné pravdepodobnosti (obr.1) sú závislé od  $P(B_1)$ . [10]

Vzájomnosť pravdepodobnosti je možné vyjadriť rovnicou:

$$P(B) = P(B_1) \cdot P(B_2/B_1) \cdot P(B_3/B_1 \cap B_2) \cdot P(B_4/B_1 \cap B_2 \cap B_3), \quad (8)$$

Kde  $P(B_i)$  sú podmienené (závislé) pravdepodobnosti riešenia úloh cieľovým ergatickým komplexom, ktorý sa vyznačuje pravdepodobnosťou  $P(B)$ .

Akceptovaním zákonov komutatívnosti množín [6] a udalostí, v súlade s pravidlami násobenia pravdepodobností je možné rozpísať tvar (8) na rovnosti :

$$P(B_1) \cdot P(B_2/B_1) \cdot P(B_3/B_1 \cap B_2) \cdot P(B_4/B_1 \cap B_2 \cap B_3) = \\ P(B_2) \cdot P(B_3/B_2) \cdot P(B_4/B_2 \cap B_3) \cdot P(B_1/B_2 \cap B_3 \cap B_4) = \\ P(B_3) \cdot P(B_4/B_3) \cdot P(B_1/B_3 \cap B_4) \cdot P(B_2/B_1 \cap B_3 \cap B_4) = \\ P(B_4) \cdot P(B_1/B_4) \cdot P(B_2/B_1 \cap B_4) \cdot P(B_3/B_1 \cap B_2 \cap B_4) \quad (9)$$


Obrázok 1 - Štruktúrne schéma určenia efektívnosti istenia bezpečnosti letov systému posádky lietadla (zdroj: [8])

Legenda:

T - je doba letu

X - je konečná množina vstupných veličín

Q - je množina náhodných premenných

Y - je konečná množina výstupných veličín

#### IV. METÓDA DEDUKCIE PRI PRAVDEPODOBNOSTI VZNIKU LETOVEJ UDALOSTI

Uvedeným príkladom, metódou dedukcie, analyzujeme súbor pravdepodobnosti bezpečnosti obvodu podľa obr.1 ak vieme, že  $P(B_1) = A_1 = 0,995$  pri požiadavke, že plnenie letovej úlohy vyžaduje hodnotu  $P(B) < A = 0,85$  (pozri(6)).

Riešenie:

Z teórie [1] pravdepodobnosti je známe, že podmienenosť javu A, za predpokladu, že nastal jav B je definovaná vzťahom:

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \quad (10)$$

Javy (udalosti) sa nazývajú nezávislé ak platí:

$$P(A \cap B) = P(A)P(B), \quad [1],[5] \quad (11)$$

Z prostej pravdepodobnosti vyplýva, že ak má aspoň jeden z prvkov p - udalostí nulovú pravdepodobnosť, potom javy A,B sú nezávislé.

Pre nezávislé udalosti(javy), ak platí, že :

$$P(A) \neq 0, P(B) \neq 0, \text{ potom } [9]:$$

$$P(A/B) = P(A), P(B/A) = P(B) \quad (12)$$

Znamená to, že pravdepodobnosť udalostí A za podmienky B (resp. pravdepodobnosť javu B za podmienky A) sa rovná nepodmienennej pravdepodobnosti udalostí A (resp. udalosti B).

Kritéria istenia(8) pre podmienené javom  $P(B_1)$ , (pozri rovnice(10),(11),(12) vyhovuje prvá rovnica systému(9)). Nech (ďalej uvádzané čísla majú hypotetický charakter):

$$P(B) = 0,995 \cdot 0,995 \cdot 0,995 \cdot P(B_2) \cdot 0,995. \\ P(B_2) \cdot P(B_3) = 0,85$$

Po úprave dostaneme:

$$0,995^4 P(B_2)^2 P(B_3) = 0,85.$$

Podobným spôsobom vyjadríme ostatné tvary systému(9). Upravené rovnice systému (9) dostanú konečný tvar:

$$P(B_2)^4 \cdot P(B_3) = 0,8672, \\ P(B_2) \cdot (B_3)^3 \cdot P(B_4)^2 = 0,8542 \\ P(B_2) \cdot P(B_3)^2 \cdot P(B_4)^3 = 0,8542 \\ P(B_2)^2 \cdot P(B_3) \cdot P(B_4)^4 = 0,8542$$

Prvá a posledná rovnica umožnia vypočítať pravdepodobnú bezpečnosť ergatického environmentálneho systému:  $P(B_4) = 0,9969$ .

Nech pilotážno - ergatický komplex (PEK) sa vyznačuje spoľahlivosťou  $P(B_3)=0,999$ . Potom od navigačného ergatického komplexu sa žiada, aby sa vyznačoval bezpečnou funkciou s hodnotou (pozri tretiu rovnicu príkladu):

$$P(B_2) = \frac{0,8542}{0,999^2} \cdot \frac{1}{0,9969^3} \doteq 0,8666$$

V podmienkách zadaného príkladu sa vyžaduje najmenej (pozri prvú rovnicu súboru riešeného príkladu):

$$P(B_2) = \sqrt{0,8672/0,999} \doteq 0,9211.$$

Výsledok prezentuje výslednú bezpečnosť ergatického komplexu ktorý sa musí vyznačovať hodnotou  $P(B_i) \geq 0,85$ . Znamená to tiež, že na cieľovú bezpečnosť má najväčší vplyv člen ergatického komplexu s najmenšou hodnotou. Potom aj všeobecná schéma na obr.1 prezentuje realitu letu v ktorom nevznikne osobitná udalosť (jav, situácia, ktorú je možné vyjadriť pravdepodobnosťou bezpečnosti (istotou) (6), pretože v prípade:  $P_{zp1}=1 - 0,8672 = 0,132$

V ostatných prípadoch platí:

$$P_{zp2,3,4} = 1 - 0,8542 = 0,1458$$

Keď zvýšime istotu bezpečnosti NEK napr. na hodnotu  $P(B_2)=1$ , potom sa zvýši PEK na hodnotu:  $P(B_3) \doteq 0,869$ , t.j. v znení prvej rovnice zadaného príkladu, kedy  $P(B_1)=0,995$ .

## V. ZÁVER

Uvedená metóda analýzy efektívnej vzájomnosti medzi človekom a lietadlom v prostredí navigačného pilotážného komplexu pri zabezpečovaní letových podmienok umožňujú formulovať úlohy a tvorbu matematických modelov. Uvedené poznanie umožňuje definovať metódy stanovenia a dosahovania výskumných úloh, ktoré prognózujú efektívne zabezpečenie letov aj v polyergatických systémoch. Pod uvedeným pojmom je možné vnímať súhrn vzájomne pôsobiacich systémov s rôznorodými charakteristikami určenými členmi posádky lietadla a pozemnými operátormi, ktorí v priebehu letu riešia úlohy tak, aby bol dosiahnutý cieľ alebo oblasť v ktorej sa realizuje letová úloha.

Použitá metóda deduktívnej analýzy ukazuje na riešiacu použiteľnosť súboru (8). Potvrdením je tiež skutočnosť, že (8) umožňuje použiť merané parametre vybraných ergatických systémov na vytváranie kvalifikovaných predstáv istenia letovej bezpečnosti.

Z uvedeného vyplýva, že je dôležité poznať metódu výskumu z hľadiska vzniku prejavu poklesu bezpečnosti tých častí ergatických komplexov, ktoré sú ovplyvňované posádkou. V danom prípade sú takými systémami NEK, PEK.[2].

## POĎAKOVANIE / ACKNOWLEDGEMENT

Tento článok vznikol v nadväznosti na riešený projekt spolufinancovaný zo zdrojov EÚ s názvom „Centrum excelencie pre leteckú dopravu ITMS 26220120065.“



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku

## LITERATÚRA / REFERENCES

- [1] DAŇO, I., OSTERTAGOVÁ, E.: Numerické metódy, pravdepodobnosť a matematická štatistika v počítačovom prostredí MATLABu. Košice, 2009. Skriptum, 88 pp., ISBN 978-80-8088-111-2.
- [2] LEITL, R.: Spolehlivost elektrotechnických systémů. STNL, Praha, 1990. 287 pp.
- [3] KROKAVEC, D., FILASOVÁ, A.: Diagnostika dynamických systémov. Elfa, s.r.o., Košice, 2007. 240 pp. ISBN 978-80-8086-060-8.
- [4] JAJČIŠIN, Š., JADLOVSKÁ, A.: Návrh algoritmov prediktívneho riadenia s využitím nelineárnych modelov fyzikálnych systémov. Elfa, s.r.o., Košice, 2013. 139 pp. ISBN 978-80-8086-229-9.
- [5] VENTCEJOVÁ, J. S.: Teória pravdepodobnosti. Alfa, Bratislava, 1973. 524 pp.
- [6] BEKMUCHAMBATOV, A.A.: Soveršenstvovanie dejatelnosti operatora na bazi teorii: praktiki upravlenija pri obespečenii bezopasnosti poljota, časopis bezopasnosti poljotov č.6 Moskva 2005 s24-25
- [7] LAZAR, T., BRÉDA, R., - KURDEL, P.: Inštrumenty istenia letovej bezpečnosti, ISBN 978-80-553-0655-1. Vysokoškolská učebnica
- [8] KOZARUK, V., V., REBO, J., J.: Navigacionnoe ergatičeskoe komplexy samoletov, Mašinstroenije, Moskva 1986
- [9] HUDEC, O.: Pravdepodobnosť a induktívna štatistika, TUKE, Ekonomická fakulta 2014
- [10] MARKECHOVÁ, D., TRPÁKOVÁ A, STEHLIKOVA B.: Základy štatistiky pre pedagógov. Univerzita Konštatntína Filozofa v Nitre 2011



# ANALÝZA VÝKONNOSTI ATM V EURÓPE A V USA

## ANALYSIS OF ATM PERFORMANCE IN EUROPE AND THE USA

**Ing. Lucia Melníková, PhD.**

Katedra manažmentu leteckej prevádzky, Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Slovenská republika  
lucia.melnikova@tuke.sk

**Ing. Edína Jenčová, PhD.**

Katedra manažmentu leteckej prevádzky, Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Slovenská republika  
edina.jencova@tuke.sk

**Ing. Vladimír Begera, PhD.**

Katedra manažmentu leteckej prevádzky, Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Slovenská republika  
vladimir.begera@tuke.sk

**Bc. Hana Majorská**

Katedra manažmentu leteckej prevádzky, Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Slovenská republika  
hana.majorska@student.tuke.sk

**Abstract** – This article focuses on the assessment benchmarking of air traffic management ATM in the selected areas and regions of the United States of America and Europe following key predetermined performance indicators. It deals with exploring commonalities and differences in both systems from the perspective of the principles of air traffic management and external factors as demand and the weather, which could have a big impact on the monitored indicators of air traffic during the whole year. Within the performance benchmarking it analyses the development of air traffic, seasonality and the traffic mix.

**Key words** – benchmarking, air traffic, ATM systems

### I. ÚVOD

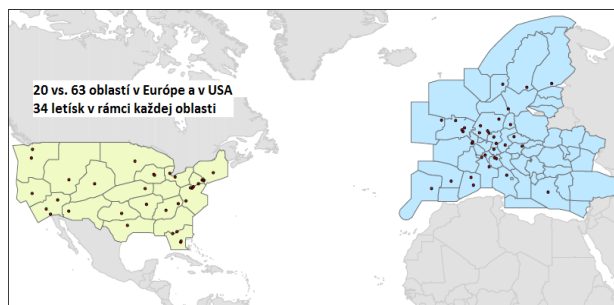
Na základe dokumentov, ktoré vypracovávajú svetové medzinárodné organizácie, sa naša oblasť porovnania-benchmarkingu zamerala na vybrané oblasti regiónov v Spojených štátoch amerických a rovnako aj v Európe za sledované obdobie do roku 2013. Benchmarking je jedným z porovnávacích ukazovateľov a tiež technikou trvalej optimalizácie, ktorá porovnáva a analyzuje procesy (služby) za účelom zistenia najlepšej praxe (praktických postupov), ktorými sa potom organizácia hodnotí. Organizácie FAA a EUROCONTROL sa zameriavajú na porovnanie ukazovateľov, ktoré identifikujú oblasti, ktoré sa líšia svojim výkonom medzi Európou a Spojenými štátmi americkými.

Článok rozoberá charakteristiku oboch ATM systémov na oboch stranách sveta a poskytujú tiež údaje o vývoji leteckej dopravy v rámci oboch sledovaných a porovnávaných oblastí v Európe a v USA. Zameriavame sa na porovnanie jednotlivých oblastí riadenia leteckej prevádzky na základe jednotlivých vplyvov ako počasie, meškania letov či vývoja prevádzky v rôznom období.

### II. DEFINOVANIE PRIESTORU USA A EURÓPY

Riadenie letovej prevádzky (Air traffic management –ATM) je letecký termín, ktorý zahŕňa všetky systémy pomáhajúce lietadlu odletieť z letiska, tranzit lietadla a pristátie na cieľovom letisku, vrátane riadenia letovej prevádzky (ATC), leteckej meteorológie, leteckých navigačných systémov a služieb (ATS) a riadenie toku a kapacity letovej prevádzky (ATFM).[1]

Ak nie je uvedené inak, na účely tohto článku je "Európa" definovaná ako zemepisná oblasť, kde letecké navigačné služby (ANS) sú poskytované Európskou úniou členským štátom a tým štátom mimo EÚ, ktoré sú členmi EUROCONTROLU, okrem oblasti oceánov, Gruzínska a Kanárskych ostrovov. Podobne je definované "US", ktoré sa vzťahuje na poskytovanie ANS v Spojených štátoch amerických v 48 susediacich štátoch umiestnených na severoamerickom kontinente, južne od hranice s Kanadou vrátane oblasti Columbie, avšak s výnimkou Aljašky, Havaja a oceánskych plôch.[2]



**Obrázok 1** – Sledovaná oblasť benchmarkingu

Na obrázku **Chyba! Nenašiel sa iaden zdroj odkazov.** je znázornených 34 hlavných letísk používaných pre podrobnejšie sledovanie výkonu riadenia

letovej prevádzky (ATM). V rámci USA mnohé z týchto vybraných letísk sa nachádzajú na pobreží alebo okraji sledovaného regiónu, čo vytvára väčšie percento dlhšieho letu dopravy v USA, najmä ak sú do úvahy brané iba lety v rámci sledovaného regiónu. Podrobná analýza prevádzkovej výkonnosti je obmedzená na lety do alebo zo sledovaných 34 letísk pre IFR prevádzku ako v USA, tak aj v Európe.

Hlavnými zdrojmi dát pre analýzu výkonnosti ATM systému v oboch pozorovaných oblastiach sú nasledujúce[4]:

- trajektórie údajov o polohe,
- databázy, ktoré zaznamenávajú všetky meškania letov ATFM,
- kľúčové časy udalostí od leteckých spoločností hlásené od dopravcov,
- informácie METAR o počasi,
- údaje o letovom pláne a harmonograme leteckej spoločnosti.

### III. CHARAKTERISTIKA EURÓPSKEHO A AMERICKÉHO SYSTÉMU ATM

Oblasť USA je asi o 10% menšia a spracováva približne 57% viac leteckej aktivity, nameraných leteckých operácií alebo letových hodín. Hustota vzdušného priestoru USA je väčšia a letiská majú tendenciu byť väčšie a zložitejšie. Avšak, analýza najvyššej priepustnosti príletov ukazuje, že USA a Európa pracujú na podobných úrovniach v danej sledovanej oblasti. V Európe je "oblasť jadra" zložená zo štátov Beneluxu, severovýchodného Francúzska, Nemecka a Švajčiarska, kde je najhustejší a najzložitejší vzdušný priestor.[2]

#### SYSTÉM VÝKONNOSTI JEDNOTNÉHO EURÓPSKEHO NEBA

Systém výkonnosti je jedným z kľúčových pilierov jednotného európskeho neba (SES), ktorých cieľom je[5]:

1. posilniť súčasné bezpečnostné normy leteckej prevádzky;
2. prispieť k udržateľnému rozvoju systému leteckej dopravy; a ,
3. k zlepšeniu celkovej výkonnosti ATM a ANS pre všeobecnú letovú prevádzku (GAT) v Európe s cieľom uspokojiť požiadavky všetkých užívateľov vzdušného priestoru.

V Európe je tiež bežne používaný pozemné riadenie letovej prevádzky na letisku, aby sa zabránilo preťaženiu na letových tratiach, či na letiskách. Keď dopyt po doprave prekročí dostupnú kapacitu, miestne jednotky stredísk letovej prevádzky môžu požiadať o "ATFM reguláciu." Lietadlá, ktoré sú predmetom ATFM regulácie, sú regulované na letisku odletu v súlade s "ATFM pridelením slotov" od Eurocontrol Network Operations Centre (NOC) v Bruseli. Odlišná od USA je odchýlka odletu lietadiel, ktorá je väčšia v Európe. ATFM regulované lietadlo musí odletieť do -5/+ 10 minút po pridelení slotu a v súlade s ATFM reguláciou.[5]

#### SYSTÉM VÝKONNOSTI FEDERÁLNEJ SPRÁVY LETECTVA V USA

Najväčší podiel na výkon ukazovateľov FAA je priamo spojený s bezpečnosťou a s mnohými ďalšími, ktoré súvisia s

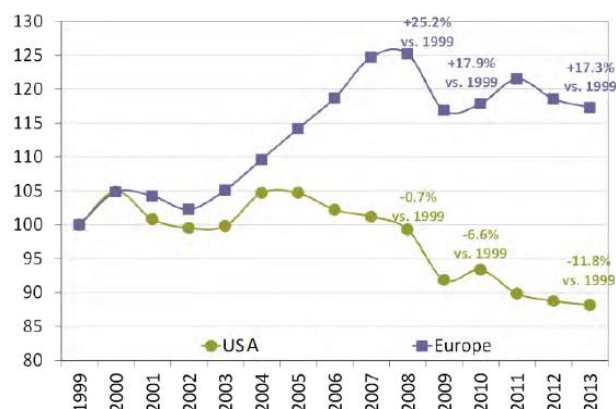
úspešnou realizáciou programu FAA. Existujú tri prevádzkové ukazovatele, ktoré sledujú efektivitu ATM vrátane[5]:

1. kapacity ,
2. NAS- ktorému možno pripísať oneskorenie z hľadiska pravidelnosti a
3. prevádzková dostupnosť, ktorá je ukazovateľom toho, ako sú zachované zariadenia používané na prevádzku systému.

V Spojených štátoch je pozemné prevádzka na letisku obvykle realizovaná prostredníctvom tzv. programu pre oneskorenie letov, ktorý sa zavádza v prípade, keď dopyt prevyšuje kapacitu. V USA sa väčšinou používa v súvislosti s letiskami, kde kapacita bola znížená z dôvodu počasia. Lietadlo musí dodržať odchýlku +/- 5 minút ich predpokladaného času odletu a zároveň byť v súlade s ich programom na letisku. Tento program oneskorenia letov umožňuje pružnosť pre letecké spoločnosti. Konkrétne na splnenie svojich cieľov plánu, môžu letecké spoločnosti nahradiť alebo vymeniť svoj pridelený slot na cieľovom letisku s iným lietadlom, teda dochádza k úprave ich predpokladanom čase odletu na zdrojovom letisku. New York predstavuje oblasť s menšou hustotou letových hodín, pretože sa k nemu pripája aj oblasť pobrežného vzdušného priestoru nad oceánom. V prípade, že by táto časť bola vylúčená, potom je New York centrom s najvyššou hustotou prevádzky v celej USA.[5]

### IV. VÝVOJ LETECKEJ DOPRAVY OD ROKU 1999 AŽ DO 2013

Obrázok č.2 znázorňuje vývoj IFR prevádzky v Spojených štátoch a v Európe od roku 1999 až do roku 2013. Pozoruhodný je rok 2004, kedy prevádzka v Európe začala stúpať smerom nahor, zatiaľ čo v USA prevádzka začala klesať. Kým prevádzka v Európe vzrástla o takmer 17 % v období medzi rokmi 1999 do roku 2013, tak v rovnakom časovom horizonte to na opačnej strane sveta v USA pokleslo o 12 % leteckej prevádzky. Vplyv hospodárskej krízy od roku 2008 je jasne viditeľný na oboch stranách Atlantiku.[6]



Obrázok 2 – Vývoj IFR prevádzky v USA a v Európe

V Európe najviac rastu leteckej dopravy bol spôsobený silným rastom na rozvíjajúcich sa trhoch hlavne na východe. Najvyšší pokles v porovnaní s rokom 2008 bol zaznamenaný v Írsku, Španielsku a Spojenom kráľovstve. USA je viac homogénna krajina, ktorá má dostatočne vyspelý trh, ktorý sa správa inak. Rovnako v porovnaní s rokom 2008 intenzita

leteckej premávky v USA poklesla vo všetkých strediskách. S najvýraznejším poklesom na celom západnom pobreží USA.[6]

Na základe porovnania oboch sledovaných oblastí benchmarkingu a vývoja leteckej dopravy vidieť číselne rozdiely v Európe a v USA. Najväčší pozorovaný číselný rozdiel je jednoznačne v počte približovacích stanovišť riadenia (APP) a koncových stredísk až o 97 viac v Európe naproti USA. Najmenší percentuálny rozdiel predstavuje priemerná dĺžka letu v príslušnom vzdušnom priestore oboch sledovaných oblastí len o 7% menej pre Spojené štáty americké. Podobne je na tom aj rozloha oboch oblastí benchmarkingu v priemere o 10% viac znova v Európe. Na strane USA je číselne, až o polovicu viac (57%), väčší rozdiel v riadených letoch a letových hodinách a tiež až o 91 viac letísk s ATC službami. Čo sa týka zamestnancov, ako aj riadiacich letovej prevádzky, tak znova sa väčší počet prikláňa na stranu Európy než USA. Celkovo zo všetkých porovnaných ukazovateľov podľa tabuľky 1 je to v pomere 8:5 vždy číselne viac v Európe ako v USA.[6]

Tab 1 – Porovnanie Európy a USA

Rok 2013	Europe	USA	US vs. Europe
Geografická oblasť (million km <sup>2</sup> )	11.5	10.4	≈ -10%
Poskytovatelia služieb riadenia letovej prevádzky	37	1	
Počet riadiacich letovej prevádzky	17 200	13 400	≈ -22%
Celkový počet zamestnancov	58 000	35 500	≈ -39%
Riadené lety (IFR) (million)	9.6	15.1	≈ +57%
Kontrolované letové hodiny (million)	14.3	22.4	≈ +57%
Relatívna hustota (letových hodín na km <sup>2</sup> )	1.2	2.2	≈ x1.7
Podiel letov do a z 34 hlavných letísk	67%	66%	
Podiel všeobecného letectva	3.9%	21%	
Priemerná dĺžka letu (v príslušnom vzdušnom priestore)	551 NM	515 NM	≈ -7%
Počet stredísk na letových trasách	63	20	-43
Počet APP jednotiek (Európa) a koncových stredísk (USA)	260	163	-97
Počet letísk s ATC službami	425	516 <sup>38</sup>	+91
Zdroj	EUROCONTROL	FAA	

## V. BENCHMARKING ATM SYSTÉMOV

Harmonizovanie kľúčových výkonnostných ukazovateľov (KVU), ktoré sú spojené s kľúčovými výkonnostnými ukazovateľmi ICAO analyzovaných pre Európu a USA zahŕňa tabuľka 2. Mnohé z týchto ukazovateľov sú prepojené. Napríklad schopnosť riadiť dopyt proti dôsledne kapacity povedie k zlepšeniu efektívnosti letov. Všetky indikátory účinnosti letu majú určitú mieru variability a tento ukazovateľ pôsobí na kľúčovú oblasť výkonnosti KUV ako predvídateľnosť.[4]

Tab 2 – Kľúčové ukazovatele výkonnosti

Kľúčová oblasť výkonnosti	Kľúčové ukazovatele výkonnosti
kapacita	maximálna vyhlásená kapacita
	maximálna priepustnosť
efektívnosť	letecká linka ohlásila oneskorenie oproti harmonogramu
	letecká linka ohlásila meškanie
	ATM ohlásilo meškanie
	dotatočný čas odletu lietadla
	efektívnosť horizontálnych tratí letov (letový plán a skutočná trajektória)
	dotatočný čas zostupové fázy letov
Predvídateľnosť	dotatočný čas priletu lietadla
	letecká linka ohlásila dochvilnosť/presnosť
	regulovateľnosť kapacity
	časová nestálosť fázy letu

Sú však typické ukazovatele, ktoré pri monitorovaní leteckých navigačných služieb by mohli pomôcť vysvetliť, ako môžu vonkajšie faktory vplyvať na jadro KVU. Tieto indikátory sa vzťahujú hlavne na dopyt a počasie. Existujú dva hlavné zdroje v rámci ATM. Patrí medzi ne databáza letových plánov používaná na ukazovatele výkonnosti letu a databáza oneskorenia alebo meškania letov, ktorá zaznamenáva ATFM meškanie a často obsahuje aj dôvody zdržania.[4]

Napriek tomu, že americký a európsky systém je prevádzkovaný s podobnou technológiou a prevádzkovými koncepciami, tam pozorujeme značný rozdiel. Americký systém obsluhuje jeden jediný poskytovateľ letových služieb pomocou rovnakých nástrojov a zariadení, komunikačných procesov a spoločným súborom pravidiel a postupov. Existujú v rámci poskytovania týchto služieb asi 20 stredísk v USA. Hoci ATFM je zabezpečené centrálné, európsky systém je oveľa viac roztrieštený a poskytovatelia leteckých navigačných služieb sú do značnej miery organizovaný štátnymi hranicami. Celkovo má približne 37 systémov riadenia letovej prevádzky v 63 strediskách Európy. K najväčším patria stredisko v Londýne, vo Washingtone a v Atlante.[2]

### LETECKÁ PREVÁDZKA

Oba ATM systémy sa líšia, pokiaľ ide o plánovanie prevádzky na letiskách. V Európe sa kladie väčší dôraz na strategické plánovanie. Prevádzka na hlavných letiskách je zvyčajne regulovaná (z hľadiska objemu a koncentrácie) v strategickej fáze prostredníctvom vyhlásenia kapacity letísk a následné pridelovanie prevádzkových prístávacích a odletových slotov pre lietadlá mesiac pred dňom jeho skutočnej prevádzky.[2]

Obaja poskytovatelia leteckých navigačných služieb pracujú s vlastnými požiadavkami na podávanie správ. Niektoré ako meškania v ATM sú spoločné pre oba skupiny s využitím výpočtov a podkladových databáz, ktoré sú takmer totožné.

Existujú aj iné ukazovatele, ktoré sú spoločné, ale majú odlišné priority, pokiaľ ide o postavenie výkazníctva a regulácie. Napríklad európske indikátory používajú horizontálnu účinnosť trajektórie a ATFM meškanie letov pre oficiálne stanovenie cieľov, zatiaľ čo vedenie FAA sa zameriava na kapacitu a jej účinnosť pre stanovenie oficiálnych cieľov.[2]

34 hlavných porovnávaných letísk v USA a Európe	Európa		USA		USA vs. Európa
	2013	vs. 2008	2013	vs. 2008	
Priemerný počet ročných pohybov IFR na letisku ('000)	228	-10.8%	380	-7.1%	67%
Priemerný počet ročných cestujúcich na letisku (million)	25.4	3.9%	33.2	3.6%	31%
Cestujúci / na 1 IFR pohyb lietadla	111	16.5%	87	11.6%	-22%
Priemerný počet dráh na letisku	2.0	-4.2%	3.4	10.2%	69%
Ročný počet IFR pohybov na dráhe ('000)	114	-6.9%	112	-15.7%	-1%
Ročný počet cestujúcich na dráhe (RWY) (million)	12.7	8.5%	9.8	-6.0%	-23%

**Obrázok 3 – Porovnanie niektorých ukazovateľov výkonnosti**

Obrázok 3 poukazuje na to, že priemerný počet pohybov IFR (+67%) a počet ročných cestujúcich na letisku (+31%) je v Spojených štátoch výrazne vyšší ako v Európe. Počet cestujúcich na pohyb jedného lietadla je oveľa nižší (-22%) v USA, lebo sa tam v priemere využíva väčší podiel menších lietadiel, čo znamená menej sedadiel na pravidelnom lete. V tabuľke na obrázku **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.** sú zahrnuté rozvojové projekty letísk v USA a Európe v rokoch 2008 až 2013. Napríklad aj nové dráhy na letiskách ako Chicago O'Hare (ORD), Charlotte (CLT), Seattle (SEA), Dulles (IAD). Rozšírenie dráhy vo Philadelphia (PHL) vyústilo v zlepšenej letiskovej kapacite. V Európe zaviedli do prevádzky štvrtú dráhu vo Frankfurtu (FRA) v októbri 2011.[2]

Priemerný počet denných IFR odletov pozorovaných a porovnávaných na 34 hlavných európskych a amerických letiskách v roku 2013 je značne rozdielny. Zatiaľ čo priemerný počet IFR odletov na amerických letiskách dosahuje číslo 523, v porovnaní s 312 priemernými dennými odchodmi lietadiel na 34 hlavných letiskách v Európe je podstatne vyšší o 68 % v USA. Na najvyššie miesto v tomto rebríčku sa dostali v danom sledovanom roku 2013 letisko Atlanta (ATL) a Chicago (ORD) s viac ako 1 200 dennými pohybmi lietadiel. V Európe najvyšší počet denných pohybov cez 600 dosiahli letiská Paríž (CDG), Frankfurt (FRA) a Londýn (LHR). Najmenej odletov v rámci Európy zaznamenalo letisko Miláno (LIN) so 153 odletmi a v USA letisko Raleigh-Durham (RDU) len o 77 pohybov viac. Zmena IFR odletov na letiskách v porovnaní s predchádzajúcim rokom 2012 stanovili v USA letiská s najvyšším poklesom odchodov: Memphis (-51), Denver(-40), Atlanta (-21). Prevádzkovatelia letísk Houston (+41), Boston (+14), Los Angeles (+14) ukazujú nárast odchodov oproti roku 2012. V Európe, letiská s najvyšším poklesom letov boli Madrid (-54), Paríž (-25) a Mníchov (-21). Nárast odletov dosiahol letisko Štokholm (+14) a Dublin (10).[2]

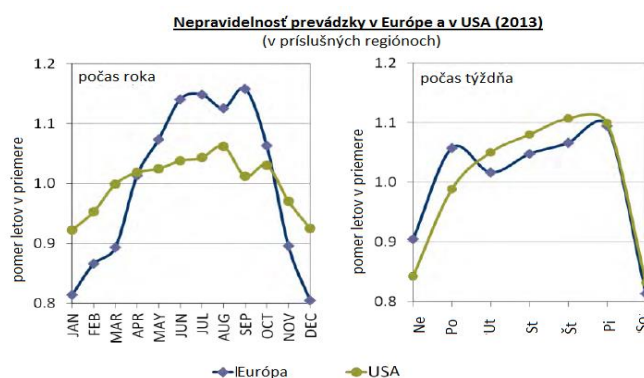
Zďaleka najväčší podiel na celkovej IFR prevádzke v oboch systémoch závisí od prevádzky v danom regióne. V Spojených štátoch je tento podiel 84,5%, ktorý je výrazne vyšší ako v Európe 78,1%. V dôsledku toho je podiel prevádzky letov do alebo z krajín mimo jeho región vyšší v Európe. Priemerná dĺžka letu v Európe je 1 020km (551 n.m.) a v USA je to podobne 954 km (515 n.m.) ak uvažujeme o celkovej IFR prevádzke.

V prípade, že budeme sledovať lety z a do hlavných vybraných 34 letísk na oboch stranách, tak potom rozdiel priemernej dĺžky letu bude výraznejší pre USA 1 124 km(607 n.m.) ako v Európe 889 km (480n.m.). To je spôsobené predovšetkým veľkým množstvom transkontinentálnej dopravy v americkom systéme.[2]

### SEZÓNNOŠŤ

Sezónnosť a premenlivosť dopytu po leteckej doprave môže byť faktorom, ktorý ovplyvňuje výkonnosť riadenia letovej prevádzky. Ak je prevádzka veľmi variabilná, môžu byť prostriedky nevyužitú počas prevádzky mimo špičky, ale vzácne v špičke. Rôzne typy variability vyžadujú rôzne druhy postupov riadenia letovej prevádzky, aby ATM fungovalo efektívne aj v podmienkach meniaceho sa dopytu. Porovnanie premenlivosti sezónnosti (relatívny rozdiel úrovne prevádzky s ohľadom na ročné priemery) v priebehu jedného týždňa zobrazuje obrázok č. 4.[6]

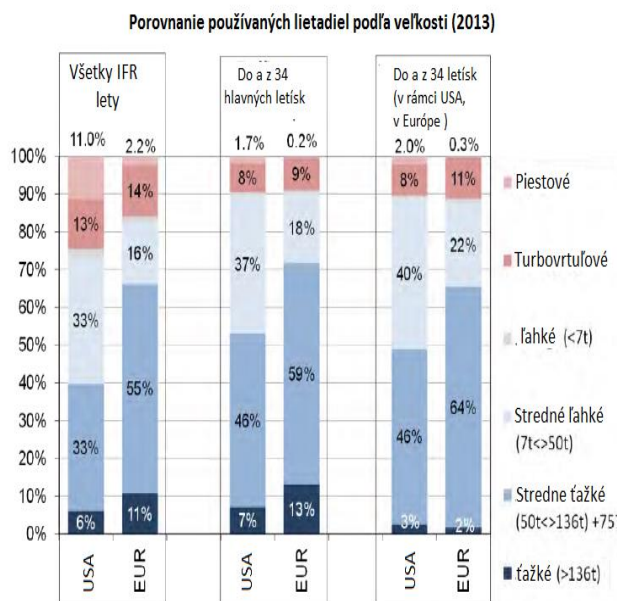
Týždenné dopravné profily v Európe a v USA sú podobné. Najnižšia úroveň prevádzky je vykazovaná cez víkendy a najvyššia pred víkendom v piatok. Sezónne variácie sú viditeľne vyššie v Európe. Európska letecká doprava ukazuje jasný vrchol prevádzky počas letných mesiacov. V porovnaní s priemerom, doprava v Európe je v lete o 15% vyššia, zatiaľ čo v USA je odklon od priemeru počas sezóny miernejší.[6]



**Obrázok 4 – Nepravidelnosť leteckej prevádzky v Európe a v USA za rok 2013**

### ZLOŽENIE PREPRAVY

Pozoruhodný rozdiel medzi USA a Európou je podiel všeobecného letectva, čo predstavuje 21% (USA) a 3,9% (Európa) z celkovej prevádzky v roku 2013. To potvrdzuje aj obrázok **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**, ktorá ukazuje veľký podiel menších lietadiel v Spojených štátoch amerických pre všetky IFR lety. Vzorok je porovnateľný, ak berieme do úvahy iba lety do a z 34 hlavných letísk, ktoré sú sledované v rámci benchmarkingu, pretože to odstraňuje veľkú časť piestových a turboprotových lietadiel (všeobecná letecká prevádzka), a to najmä v Spojených štátoch. Prevádzka do alebo z hlavných 34 letísk v roku 2013 predstavujú asi 67% všetkých letov IFR v Európe a 66% v USA.[6]



**Obrázok 5** – Porovnanie používaných lietadiel v leteckej prevádzke za rok 2013

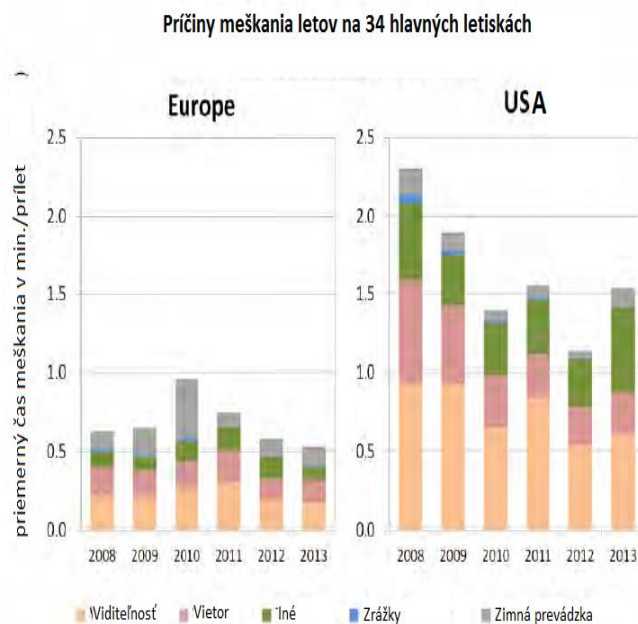
Vývoj počtu priemerných miest na pravidelnej linke v Spojených štátoch a v Európe na základe údajov o cestujúcich lietadiel je rozdielny. Na rok 2013 bol priemerný počet miest na pravidelnej linke o 33% vyšší v Európe pre prevádzku do alebo z hlavných 34 sledovaných letísk. Tento fakt možno pozorovať na obrázku 5, na ktorom vidieť vyšší podiel veľkých lietadiel v Európe. Zatiaľ čo v Európe sa priemerný počet miest na jeden let neustále zvyšoval, medzi rokmi 2005 a 2013, tak v USA v rokoch 2008 až 2010 počet miest na lietadlo klesol. Avšak, nedávne trendy v USA od roku 2010 ukazujú na nárast.[6]

Veľký rozdiel pozorovaný u lietadiel v oboch regiónoch je viazaný rôznymi praktikami leteckých spoločností, ktoré sú závislé na dopyte, konkurencii a ďalších faktorov. Napríklad môžeme konštatovať, že pre podobné dĺžky letu, ako z Mníchova (MUC) do Hamburgu (HAM) a zo San Franciscu (SFO) do Los Angeles (LAX), je zvyšujúci počet európskych nízkonákladových dopravcov využívajúci vysokú hustotu usporiadania sedadiel, jedna trieda v porovnaní so štandardnou konfiguráciou dve triedy, ktorú uprednostňujú americkí prepravcovia. Navyše, na niekoľkých amerických letiskách sú sloty obmedzené, čo umožňuje dopravcom zvýšiť frekvenciu prevádzky s menšími lietadlami.[6]

#### POČASIE A MEŠKANIE LETOV

V Európe je hlavnou príčinou meškania viditeľnosť, potom nasleduje vietor, zimnú prevádzka a zrážky. Výraznú výnimku môžeme pozorovať v roku 2010, kedy zimné operácie boli hlavným dôvodom ATFM regulácie súvisiacich s počasím. Tieto nepriaznivé poveternostné podmienky v Európe v roku 2010 mali značný vplyv na presnosť, ako je ukázané ďalej na obrázku 6. Aj napriek miernemu nárastu v zimnej prevádzke a meškani súvisiacich s vetrom v roku 2013 je v tomto roku najnižšia úroveň meškania na 34 hlavných európskych letiskách. Rovnako v Spojených štátoch je hlavnou príčinou meškania letov viditeľnosť, avšak dopad zrážok a nepriaznivého počasia sú tiež veľmi výrazné. Celkovo možno povedať, že relatívne vyšší podiel

meškania sú pozorované v USA v porovnaní s Európou v prípade obmedzení súvisiacich s počasím.[7]

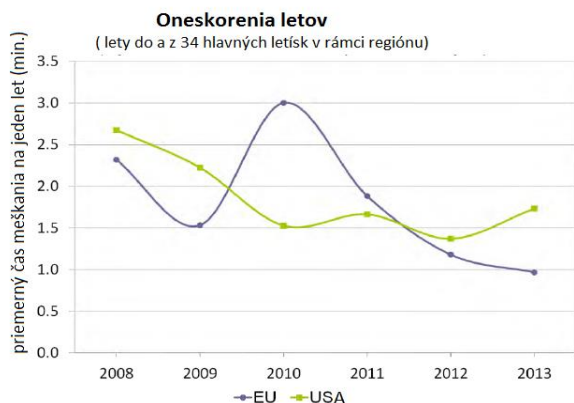


**Obrázok 6** – Príčiny meškania letov na 34 hlavných sledovaných letiskách

New York má skúsenosti vo veľmi vysokej miere s meškani súvisiacich s počasím, najmä vo vzťahu k búrke a nepriaznivému počasiu. Z tohto dôvodu v New Yorku zaviedli plán pri zhoršenom počasi na presmerovanie lietadiel. Na západnom pobreží pri San Franciscu (SFO) sú najviac spôsobené oneskorenia letov hmlou a nízkou dohľadnosťou. V Európe LondonHeathrow (LHR) vykazuje zďaleka najvyšší vplyv počasia na leteckých operáciách v roku 2013, ktoré sa týkali prevažne vetra a viditeľnosti, ďalej Zurich(ZRH), Ženeva(GVA), Viedeň(VIE) a Amsterdam(AMS).[2]

Čo sa týka porovnania presnosti, tj. prílety alebo odlety s omeškani o viac ako 15 minút oproti plánu, na účely dosiahnutia určitej úrovne pravidelnosti, s výnimkou rokov 2010 a 2013, sú celkové výsledky podobné ako v USA tak v Európe. Pre USA sa výkon tzv. on-time znížil z obdobia 2012-2013 pre prílety z 83,6% na 80,7%, a pre odlety z 82,9% na 80,1%. Je zaujímavé, že počas rovnakého obdobia prevádzka v Európe sa výrazne zvýšila, a v USA zostala na podobnej systémovej úrovni. Pozorovaná degradácia v Spojených štátoch v tom čase bola spôsobená v dôsledku zvýšenia prevádzky na už preťažených letiskách (New York a Filadelfia), čo malo za následok zvýšenie počtu oneskorených letov na týchto letiskách. Od roku 2010 do roku 2012 sa presnosť v Európe opäť zlepšila a naďalej zlepšovala v Spojených štátoch. Avšak v roku 2013, zatiaľ čo presnosť v Európe zostala takmer bezo zmeny, dochvilnosť v Spojených štátoch prudko poklesla, čo mohlo byť v dôsledku nepriaznivého počasia v roku 2013 v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi. Pozoruhodný rozdiel v presnosti bol medzi odletom a príletom, ku ktorému došlo pred rokom 2010 v Spojených štátoch a ktorý nebol zaznamenaný v Európe. Dôvod tohto rozdielu nie je úplne objasnený, ale môže byť spôsobený politikou ako aj ďalšími stimulmi. Prevádzkový výkon tzv. on-time pre celý systém je výsledkom kontrastných situácií medzi letiskami.[2]

V Spojených štátoch malo letisko Newark(EWR) najnižší čas presnosti príchodu, nasleduje San Francisco(SFO) a New York La Guardia(LGA). Oproti roku 2012, iba tri letiská vykázali zlepšenie presnosti príchodu. Patrí medzi znova San Francisco, Miami a Newark. V Európe malo letisko Londýn(LHR, LGW) a Lisabon(LIS) najnižšiu úroveň presnosti príchodu v roku 2013. Oproti roku 2012 vykazujú najvyššie zlepšenie letiská Madrid, Lisabon a Helsinki. Nasledujúci obrázok znázorňuje porovnanie oneskorenia letov na 34 nami zvolených hlavných letísk. [2]



**Obrázok 7 – Porovnanie oneskorenia letov na 34 hlavných letískach**

V USA poklesol priemerný čas meškania letov od roku 2008, čo do značnej miery odráža klesajúcu úroveň prevádzky. Od roku 2012 do roku 2013 sa preukázal dokonca mierny pokles na celkovej leteckej prevádzke. ATFM meškание v USA vzrástlo o 25% od roku 2012, zatiaľ čo v Európe sa ATFM meškание znížilo o 20,6%. Európa pripisuje väčšie percento omeškaniam traťovým zariadeniam, zatiaľ čo v USA je veľká väčšina pripisovaná práve obmedzeniam na letisku.[6]

## VI. ZÁVER

Na základe stanovených cieľov sme porovnávali a charakterizovali jednotlivé systémy riadenia leteckej prevádzky v sledovaných oblastiach Európy a USA, presne v 34 zvolených hlavných letísk na oboch stranách.

Vplyv ročnej prevádzky má najvyššie výkyvy v Európe a to počas letných mesiacov oproti USA kde sa mierne zvýši prevádzka nad priemer. Rozdiel pozorovaný v používaní lietadiel v oboch regiónoch je viazaný rôznymi praktikami leteckých spoločností, ktoré sú závislé na dopyte, konkurencii a ďalších faktorov. Hlavným dôvodom meškania letov v oboch sledovaných oblastiach sa pripisuje viditeľnosti aj keď dĺžka meškania je v Európe kratšia.

Nadalej v budúcom sledovanom období na výkonnosť leteckej prevádzky budú vplývať rovnaké faktory, ktoré možno lepšie optimalizovať v prípade, že nenastanú žiadne okolnosti, ktoré by v konečnom dôsledku mali rovnakú

priemernú hodnotu ako v predchádzajúcom období, čo vplyvom počasia a vyššej moci nemôžeme vedieť presne regulovať.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] Airtraf ficmanagement, Dostupné na internete <[https://en.wikipedia.org/wiki/Air\\_traffic\\_management](https://en.wikipedia.org/wiki/Air_traffic_management)>
- [2] EUROCONTROL, FAA: Comparison of Air Traffic Management – Related Operational Performance: U.S./Europe. Final report, June 2014.
- [3] Evaluation of Civil/Military Airspace Utilisation, Report commissioned by the Performance Review Commission, November 2007. Dostupné na internete <<http://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/prccivil-military-2007.pdf>>
- [4] Commission Regulation (EC) No 691/2010 of 29 July 2010 laying down a performance scheme for air navigation services and network functions,
- [5] Commission Implementing Decision of 11 March 2014 setting the Union-wide performance targets for the air traffic management network and alert thresholds for the second reference period 2015
- [6] YiLiu, MarkHansen, and Bo Zou, "Aircraft Gauge Differences between the US and Europe and their Operational Implications," Journal of Air Transport Management, Vol 29, 2013.
- [7] US DOT, Bureau of Transportation Statistics, "Airline On-Time Performance and Cause of Flight Delays", Dostupné na internete [http://www.rita.dot.gov/bts/help\\_with\\_data/aviation/index.html](http://www.rita.dot.gov/bts/help_with_data/aviation/index.html)
- [8] Kraus, J., Vittek, P., a Plos, V.: Comprehensive emergency management for airport operator documentation. In: Production Management and Engineering Sciences: Proceedings of the International Conference on Engineering Science and Production Management (ESPM 2015), Tatranská Štrba, High Tatras Mountains, Slovak Republic, 16th-17th April 2015. Bratislava: University of Economics in Bratislava. 2016, s. 139-144. ISBN 978-1-138-02856-2.
- [9] Kraus, J.: Efficiency of Use of Airports in the Czech Republic. In Quality and Leading Innovation. Bratislava: University of Economics in Bratislava, 2015, p. 24-25. ISBN 978-617-589-103-2.
- [10] Szabo, S., Němec, V., Soušek, R.: Management bezpečnosti letišté. 1. vyd. Brno, CERM, 2015., 165 s., ISBN 978-80-7204-933-2.
- [11] Vittek, P., Stojić, S., Lališ, A.: Definition of Contributory Factors Having Influence on Airport Safety. In GEO Spatial Visions. Žilina: EDIS, 2015, p. 59-60., ISBN 978-80-554-1113-2.

# POSTUP RIEŠENIA STRATY ZAPÍSAanej BATOŽINY

## PROCEDURES TO ADDRESS THE LOSS OF CHECKED BAGGAGE

**Ing. Lucia Melníková, PhD.**

Katedra manažmentu leteckej prevádzky, Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Slovenská republika  
lucia.melnikova@tuke.sk

**Ing. Tomáš Puškáš**

Katedra manažmentu leteckej prevádzky, Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Slovenská republika  
puskas.tomas@gmail.com

**Bc. Dominika Vitkovičová**

Katedra manažmentu leteckej prevádzky, Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Slovenská republika  
dominika.vitkovicova@tuke.sk

**Abstract** – This article deals with the loss of checked baggage and process solutions and the obligation of airports and airlines. It discusses the factors that affect the loss of checked baggage and a brief analysis of air transportation of checked baggage, as well as the existing system for finding lost luggage, which are nowadays used. It focuses on reclaiming lost luggage and passengers for compensation claims.

**Key words** – baggage, lost baggage, compensation claims, claiming of lost luggage

### I. ÚVOD

Letecká preprava batožiny je neodlúčiteľnou zložkou leteckého odbavovacieho procesu. Najpriaznivejšie riešenie procesu odbavenia batožín leteckých cestujúcich má zásadný dosah na pravidelnosť, spoľahlivosť, ale aj na efektívnosť leteckej prevádzky.

V leteckej doprave je preprava batožín vymedzená rozmermi, hmotnosťou, ale taktiež aj počtom kusov batožín. Všetky pravidlá a obmedzenia pre batožinu si určuje sám letecký dopravca. Dnes sa vo svete letecká preprava batožín realizuje prostredníctvom aplikovania dvoch systémov a to konkrétne ako hmotnostným či kusovým systémom.

Jedným z dôležitých ukazovateľov kvality v leteckej doprave je dodržiavanie letového poriadku. Takmer 15 - 40% letov v rámci Európy nedeľí načas. V dôsledku toho vznikajú ďalšie problémy a stresové situácie hlavne u leteckých cestujúcich. Preto, nie len so zvyšujúcim sa nárastom záujmu o leteckú dopravu, ale aj zlyhaním týchto záležitostí sa zvyšujú prípady oneskorenej alebo stratenej batožiny. Cieľom tohto článku je poukázať nato, čo je potrebné vykonať a ako postupovať ak sa stratí batožina a nedorazí spolu s cestujúcim do cieľového letiska.

### II. LETECKÁ PREPRAVA ZAPÍSAanej BATOŽINY

Batožinu môžeme definovať ako osobné veci leteckého cestujúceho alebo posádky, ktoré sa v zmysle platných predpisov prepravujú na palube alebo v podpalubí lietadla.0

V leteckej doprave sa batožina delí do viacerých skupín. Medzi tie základne delenia patrí nezapísaná tzv. príručná batožina a zapísaná batožina. Na obe druhy platia rozličné pravidlá a ustanovenia, ktoré si každá letecká spoločnosť určuje sama. V anglicky hovoriacom svete jej hovoríme „checked baggage“ a ide o zapísanú batožinu, ktorú cestujúci odovzdá pracovníkom letiska pri registrácii a prevezme si ju až po prilete na cieľovom letisku jeho letu. Základným rozdielom medzi nezapísanou a zapísanou batožinou je ten, že zapísaná batožina každého cestujúceho sa eviduje do systémov a jej preprava je vykonávaná v podpalubí lietadla. Pri registrácii sa batožina cestujúceho zväži, udelí sa jej evidenčné číslo a spoločne s údajmi o trase sa vytlačí na batožinový štítok, ktorý sa upevní na batožinu a cestujúci si prevezme jeho doklad. Tento druh batožiny sa u väčšiny leteckých spoločností prepravuje zadarmo, výnimkou sú len nízkonkladové letecké spoločnosti, ktoré si za prepravu účtujú poplatky.

Aj zapísaná batožina má nejaké obmedzenia, ktoré je potrebné aby cestujúci dodržal:

- v závislosti od leteckej spoločnosti, zapísaná batožina nesmie presiahnuť hmotnostný limit
- nesmú sa v nej prepravovať žiadne cennosti, peniaze, kreditné karty, osobné doklady, dôležité dokumenty a papiere, rôzne umelecké diela a podobne
- ak cestujúci sa už rozhodne niečo z uvedeného v zapísanej batožine prepraviť, tak len na vlastné riziko. **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**

Letecká preprava zapísanej batožiny sa v súčasnosti uskutočňuje na základe dvoch systémov. Prvý systém poznáme pod názvom váhový systém. Tento systém sa prevažne využíva pri letoch v rámci Európy, Ázie, Afrických destinácií a cestujúci má nárok len na jeden kus zapísanej batožiny a to do najviac 20 - 23 kilogramov. Ďalší systém, s ktorým sa môžeme stretnúť v rámci prepravy zapísanej batožiny, je kusový systém. Využíva sa hlavne pri letoch do USA a Kanady, do destinácií v Južnej Amerike či do Afriky, kde cestujúci má nárok na prepravu len jedného kusa batožiny do 23 kg. **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**

Pre manipuláciu nesmie žiadna zapísaná batožina presiahnuť maximálny stanovený limit 32 kg a zároveň ani maximálny súčet všetkých strán 158 cm. Ak cestujúci chce so sebou vziať nadlimitnú batožinu alebo zvieratá, športovú výstroj, bicykle, vozíky musí vopred vyžiadať povolenie od leteckej spoločnosti. Poplatky pri týchto dvoch systémoch sú rôzne. Pri váhovom systéme za každý prekročený kilogram navyše, cestujúci platí 1 % z ceny jeho najdrahšej jednosmernej letenky do určitej destinácie. Naopak pri kusovom systéme je to oveľa lacnejšie, pretože si za ďalšiu 23 kilovú batožinu cestujúci zaplatí približne 50 Eur priamo na letisku. **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**

#### PREPRAVNÉ PODMIENKY PRE ZAPÍSANÉ BATOŽINY OD RÔZNYCH LETECKÝCH SPOLOČNOSTÍ

Všeobecné prepravné podmienky pre zapísanú batožinu podľa IATA znejú takto :

*„Letecká spoločnosť si môže stanoviť limity pre prepravu registrovanej batožiny bezplatne, ktoré sa môžu líšiť v rôznych cestovných triedach a/alebo smerovaní cesty. Za prekročenie povoleného limitu si môže dopravca účtovať poplatok. Limity si musí cestujúci overiť u dopravcu.“ [3]*

Pre porovnanie prepravných podmienok rôznych leteckých spoločností, sme si vybrali dve nízkonákladové spoločnosti - Ryanair a Wizz Air, jednu spoločnosť chartrových letov - Travel Service a jednu klasickú leteckú spoločnosť - British Airways.

**RYANAIR** - Tak ako väčšina nízkonákladových leteckých spoločností, tak aj najväčšia low cost spoločnosť fungujúca na Slovensku - Ryanair prepravuje zapísanú batožinu za poplatok. Podľa prepravných podmienok spoločnosti má každý cestujúci nárok na prepravu 2 kusov zapísaných batožín. Celková hmotnosť prepravovanej batožiny nesmie presiahnuť maximálny limit 15/20 kg. **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**

**WIZZ AIR** - Maďarská nízkonákladová spoločnosť povoľuje cestujúcemu vziať so sebou až 6 kusov batožiny do maximálnej hmotnosti 32kg. Tak, ako všetky tzv. nízkonákladovky si aj Wizz Air účtuje poplatok za batožinu. **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**

**TRAVEL SERVICE** - Každý cestujúci, ktorý sa rozhodne letieť spoločnosťou Travel service, má bezplatnú prepravu 1 ks zapísanej batožiny, ktorá musí spĺňať kritéria tejto leteckej spoločnosti. Maximálna povolená hmotnosť v ekonomickej triede je 15 kg a v business triede 20 kg. Každá zapísaná batožina nesmie presiahnuť limit 23 kg. **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**

**BRITISH AIRWAYS** - V ekonomickej triede má cestujúci v cene letenky k dispozícii jednu alebo dve zapísané batožiny, ich počet závisí od konkrétneho letu. Maximálna hmotnosť batožiny na jednu osobu je až do 23 kg. Batožina v rozsahu 23 až 32 kg je spoplatnená. Výšku poplatku udáva letecký dopravca.

### III. STRATENÁ ZAPÍSANÁ BATOŽINA

Podľa Montrealského dohovoru, zapísaná batožina sa považuje za stratenú v prípade, ak chýba viac ako 21 dní odo dňa

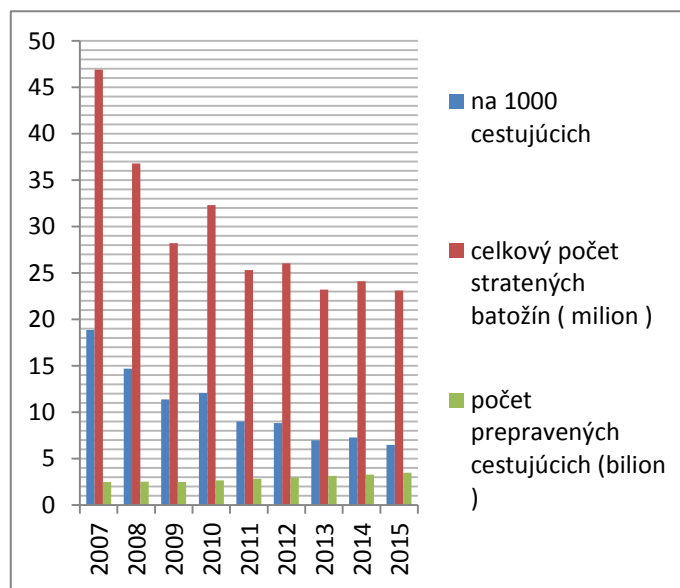
príletu cestujúceho. V opačnom prípade, sa jedná len o oneskorenú zapísanú batožinu. **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**

Na košickom letisku sa stratia v priemere 2-3 kusy batožiny za rok. Percento stratenej batožiny je vyššie v prípade letísk, na ktorých cestujúci prestupujú na nadväzné lety (globálne pripadá na transferové letiská až 51% zapotrešenej batožiny). **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**

Z rôznych štatistík vyplýva, že zo všetkých sťažností, ktoré cestujúci podali na letecké spoločnosti, sa až 33% týka práve kvôli preprave batožín. Tieto tiež ukázali, že približne päť zapísaných batožín zo 100.000 kusov zapísaných batožín sa pri preprave stratí, čo znamená, že asi každé päťdesiate z nich nedorazí súčasne s cestujúcim. V priemere sa takmer každá 150-200 zapísaná batožina nedostaví včas, alebo vôbec na miesto určenia. Z toho vyplýva, že každý letecký cestujúci si približne na 99,5% svoju zapísanú batožinu vyzdvihne hneď po prílete na danom letisku. [6]

Najnovšie štatistiky ukazujú, že v roku 2015 sa stratilo vyše 23,1 miliónov batožín. V porovnaní s predchádzajúcim rokom 2014, celkový počet klesol o takmer 5 %. Ide o 6,53 stratenej batožín na tisíc cestujúcich, čo je takmer o 10,5 % menej ako minulý rok. Od roku 2007 sa počet stratenej batožiny znížil o takmer 45 %. [7]

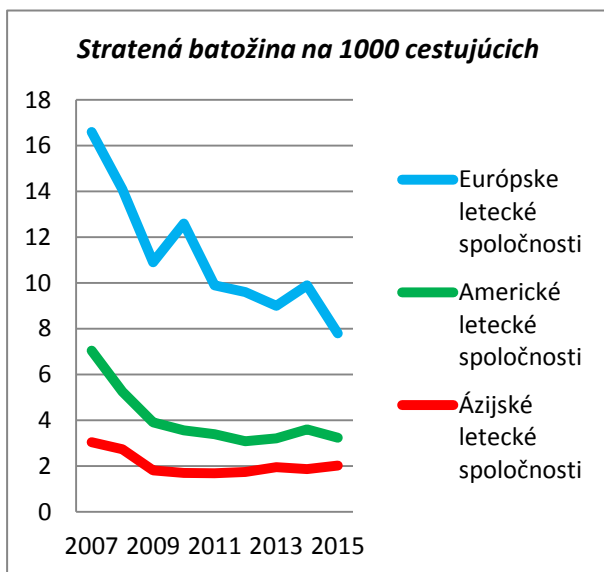
Nasledujúci obrázok ukazuje štatistiky stratenej batožiny za predošlé roky, kde je vidieť, že každým rokom sa ten počet znižuje. Dôsledkom toho je predovšetkým pokročenie doby a následné zdokonaľovanie technológií a systémov.



Obrázok 1 – Obrázok ukazujúci štatistiky stratenej batožiny za predošlé roky

Európske letecké spoločnosti zaznamenali najväčší pokrok v strate batožín. Na 1000 cestujúcich bolo stratenej batožiny v roku 2015 iba 7,8 batožín v porovnaní s rokom 2007, kde to bolo viac ako 16 kusov batožín na 1000 cestujúcich. Ázijské letecké spoločnosti stále prekonávajú európske a americké spoločnosti, čo je vidieť aj na obrázku č.2. Medzinárodná spoločnosť pre leteckú komunikáciu SITA zoskupuje všetky informácie ohľadne stratenej batožiny zo 440 leteckých spoločností a zároveň z 2800 domácich a medzinárodných letísk po celom svete. [8]





Obrázok 2 - Štatistiky stratených batožín leteckých dopravcov v rámci kontinentov

#### IV. FAKTORY OVPLYVŇUJÚCE STRATU ZAPÍSANEJ BATOŽINY

Existuje mnoho príčin a veľa ovplyvňujúcich faktorov, prečo sa zapísaná batožina stratí. Riziko straty zapísanej batožiny je väčšie pri letoch s prestupom, dlhších diaľkových letoch, ale stať sa to môže aj na priamych linkách.

Hlavnou a najčastejšou príčinou straty batožiny je zlyhanie najmä ľudského faktora. Problém nastáva, keď sa batožina o niečo zachytí a následne vypadne z pásu alebo z vozíka. Taktiež sa môže stať, že pracovníci letiska naložia batožinu na nesprávny vozík, alebo ju odložia bokom. S rastúcim počtom prestupov rastie aj riziko straty batožiny, a to v prípade nevyloženia batožiny z jedného lietadla a následného naloženia do druhého. Zapísanú batožinu vymieňajú zamestnanci letiska ručne, aj z viacerých lietadiel súčasne, v časovej tiesni. Následkom toho nastanú chyby, ktoré leteckým cestujúcim komplikujú ich cestovanie.

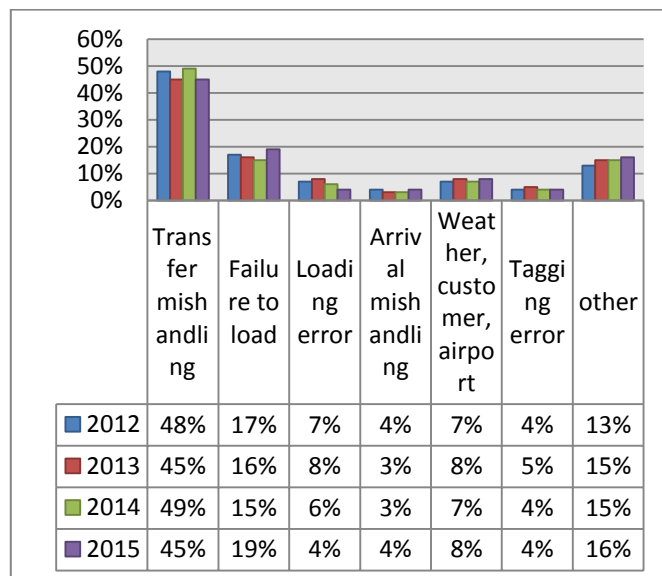
Vo všeobecnosti k najčastejším dôvodom straty zapísanej batožiny patria: udalosti súvisiace s prepravou a jej chybné naloženie a vyloženie do iného lietadla, poprípade nenaloženie batožiny, keď batožina ostala v mieste odletu. Preto letecké spoločnosti odporúčajú, aby si cestujúci svoje základné veci zadelili do príručnej batožiny.

Medzi ďalšie a časté dôvody straty zapísanej batožiny patria : zmeny počasia, zadaný chybný kód pri označovaní batožiny, neskorí príchod cestujúceho na letisko, chyby letiska alebo zamestnancov letiska.

Medzinárodná spoločnosť pre leteckú komunikáciu SITA aero, ktorá každoročne vydáva tzv. baggage report, uviedla tieto najbežnejšie dôvody straty zapísanej batožiny, ktoré každý rok porovnáva (obrázok č. 3)[8]:

1. Transfer mishandling - udalosti súvisiace s prepravou
2. Failure to load - zlyhanie načítania batožiny

3. Loading error - proces nakladania a vykladania batožiny
4. Arrival mishandling -
5. Weather, customers, airport - chyba letiska, cestujúceho alebo zmeny počasia
6. Tagging error - chyba pri označovaní zapísanej batožiny
7. Other - a iné



Obrázok 3 - Porovnanie rôznych dôvodov straty zapísanej batožiny od roku 2012 do roku 2015

#### V. SYSTÉMY NA VYHĽADÁVANIE STRATENEJ BATOŽINY

Počas prepravy zapísanej batožiny, predovšetkým hlavne na veľkých letiskách sa môže stať, že batožina sa naloží do nesprávneho lietadla alebo sa nenaloží vôbec. Aby sa zistilo, kde chyba nastala a kde sa batožina nachádza, súčasťou letiskových systémov je systém na vyhľadávanie stratenej batožiny.

Na celom svete, všetky letiská využívajú systém *World Tracer*. Je to informačný systém vyhľadávania batožiny po celom svete, ktorý je spoločný produkt organizácií IATA a SITA.[9]

Po nahlásení stratenej batožiny pracovníkovi reklamačného oddelenia na letisku, sa v systéme *World Tracer* vytvorí záznam, s presnými informáciami o stratenej batožine. Vnútny mechanizmus systému kontroluje údaje nájdennej batožiny na zvyšných letiskách sveta a zároveň ich porovnáva s údajmi stratenej batožiny. V prípade, že dôjde k zhode, systém okamžite vygeneruje letisko, na ktorom sa stratená batožina nachádza. *World Tracer* je globálny systém a môže si vymieňať informácie s viac ako 2200 členskými letiskami na svete. Sleduje a zároveň monitoruje batožinu po dobu až 100 dní a je v spolupráci s ďalšími službami. Konečným výsledkom je, že vďaka *World Tracer* sa až vyše 95% stratenej batožiny nájde a doručí majiteľovi jednoducho, rýchlo a efektívne.[9]

Tento systém funguje na základe sledovacieho čísla zapísanej batožiny leteckého cestujúceho. Formát sledovacieho čísla je napríklad *KSCOS98852*. Prvé tri písmená ( *KSC* ) sú vždy dané letisko, na ktorom bola podaná sťažnosť o stratenej batožine. Nasledujúce dve ( *OS* ) predstavujú leteckú spoločnosť, ktorou cestujúci letel. Posledných päť číslic ( *98852* ) sú jedinečné poradové čísla zapísanej

batožiny. V tomto prípade KSC je kód letiska v Košiciach a OS predstavuje leteckú spoločnosť Austrian Airlines.

Britská spoločnosť Samsonite nedávno predstavila plány na sledovacie zariadenie pomocou Bluetooth, ktorý by mal byť zabudovaný v kufri. Mohlo by to cestujúcim pomôcť nájsť svoju batožinu pomocou inteligentnej mobilnej aplikácie, Track & Go. Prvý Track & Go kufor bude predstavený do konca roka 2016 na európskom trhu a plánuje oslovit' širšie publikum už v roku 2017.[10]

## VI. POVINNOSTI LETISKA A LETECKÝCH SPOLOČNOSTÍ V PRÍPADE STRATY ZAPÍSAanej BATOŽINY

### LETISKO - REKLAMAČNÉ STREDISKO

Letisko za stratu zapísanej batožiny nezodpovedá. Prvým základným pravidlom pri strate batožiny je kontaktovať o tom reklamačné oddelenie batožín, často krát nazývané Lost and Found alebo Baggage Claim Office. Letiská reklamačné oddelenia majú nepretržite v prevádzke aj 24 hodín a väčšinou je zriadené v priletovej hale.

Čo sa týka samotných pokynov pre cestujúcich, tie sú takisto čiastočne v samotnej réžii leteckej spoločnosti, avšak každé jedny majú základ v európskej legislatíve podľa Práv cestujúcich v leteckej doprave.“

Pracovník na oddelení Reklamácie batožín na letisku má v náplni práce vybavovať všetky požiadavky leteckého cestujúceho ohľadom komplexnej agendy reklamácie batožín, odosielať pátracie správy pri nedodanej batožine, zabezpečovať spracovanie údajov podľa manuálu SITA WorldTracer, spolupracovať s koordinátormi leteckých spoločností, vyhotovovať pravidelné štatistiky reklamovaných batožín, zabezpečovať včasné doručenie reklamovanej batožiny na adresu cestujúceho a v poslednom rade viesť dokumentáciu o stratených a nájdených predmetov na letisku.

### LETECKÉ SPOLOČNOSTI

Každý letecký dopravca je zodpovedný za zapísanú batožinu každého svojho cestujúceho. Či už v prípade straty, zničenia alebo poškodenia batožiny a vtedy keď vznikla škoda kedykoľvek po zapísaní. V prípade, ak letecká spoločnosť preukáže, že využila všetky opatrenia, ktoré mohli škodu zabrániť, v tom prípade za vzniknutú škodu nezodpovedá.

Letecká spoločnosť je povinná taktiež vyhľadať stratenú batožinu, vo väčšine prípadoch ju aj doručiť na adresu leteckému cestujúcemu.

Jedným z najdôležitejších dokumentom v leteckej doprave, podľa ktorého vychádzajú mnohé nariadenia je Montrealský dohovor. Dohovor o zjednotení niektorých pravidiel pre medzinárodnú leteckú dopravu Ministerstvo zahraničných vecí Slovenskej republiky zaradilo pod číslo 544/2003 Z.z.. Pre Slovenskú republiku nadobudol platnosť 4. novembra 2003. Zodpovednosť dopravcu a rozsah náhrady škody sú rozpísané v tretej kapitole v článku 17 tohto dokumentu[11]:

Ak dopravca pripustí stratu zapísanej batožiny, alebo ak zapísaná batožina neprišla do 21 dní po dni, keď mala byť dopravená, cestujúci je oprávnený uplatniť si voči dopravcovi práva, ktoré vyplývajú zo zmluvy o preprave.

V spojení s leteckou prepravou podľa Montrealského dohovoru má za zodpovednosť letecká spoločnosť: označiť cestujúcemu identifikačným batožinovým štítkom každý kus zapísanej batožiny, ďalej odovzdať písomné oznámenie, že ak sa Montrealský dohovor uplatňuje, môže upraviť alebo vymedziť zodpovednosť leteckých dopravcov v prípade straty alebo omeškania zapísanej batožiny. V prípade nedodržania niektorých z povinností leteckého dopravcu, nebude mať výrazný vplyv na platnosť zmluvy o preprave, ktorá naprieč tomu bude podriadená všetkým zásadám Montrealského dohovoru, do toho rátajúc aj obmedzenia zodpovednosti.[11]

Okrem Montrealského dohovoru sa letecké spoločnosti riadia aj podľa nariadenia Európskeho parlamentu a rady (ES) č. 889/2002 z 13. mája 2002, ktoré je priamo aplikované vo všetkých členských štátoch Európskeho parlamentu, zodpovednosť leteckej spoločnosti za cestujúcich a ich batožinu.

## VII. REKLAMÁCIA STRATENEJ BATOŽINY

V prípade straty zapísanej batožiny je dôležité, aby si letecký cestujúci odložil všetky pokladničné bločky o zakúpení cenných či dôležitých vecí, ktoré sa nachádzajú v kufri cestujúceho. Reklamácia stratenej zapísanej batožiny musí byť oznámená okamžite po prilete na letisko. Cestujúci oznámi stratu jeho zapísanej batožiny na reklamačnom stredisku letiska, priamo leteckej spoločnosti, ktorou letel, alebo zmluvnému handlingovému partnerovi. Pre potreby likvidácie poisťnej udalosti je potrebné odoslať na korešpondenčnú adresu reklamačného oddelenia leteckej spoločnosti nasledujúce dokumenty[9]:

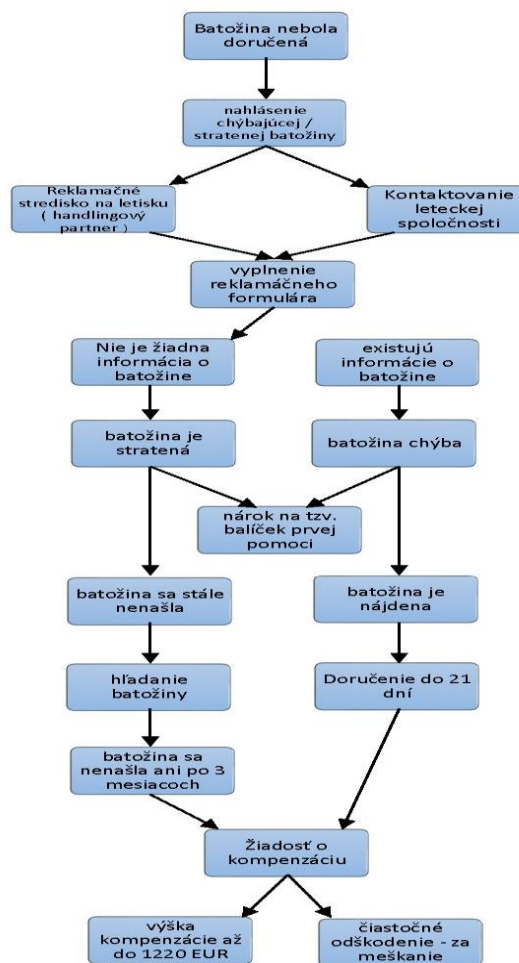
1. Žiadosť o náhradu škody
2. Originál - kópiu letenky cestujúceho a originál batožinový lístok
3. PIR ( Property Irregularity Report ) - zápis o stratenej batožine
4. Obsah vecí stratenej zapísanej batožiny spolu s pokladničnými blokmi[9]

Aby sa uľahčil proces hľadania stratenej batožiny, alebo aby sme mu úplne predošli nasledujúcich päť krokov, nám k tomu môžu výrazne pomôcť.

### 1. Pred odletom

- Uzatvoriť cestovné poistenie - za zapísanú batožinu síce má zodpovednosť hlavne letecká spoločnosť, vždy je lepšie však mať kufre chránene za každých okolností. Poistenie batožiny už je väčšinou súčasťou komplexného cestovného poistenia. **Chyba! Nenašiel a žiaden zdroj odkazov.**
- Nebaliť cennosti - všetky veci, ktoré si nemôžete dovoliť stratiť patria do príručnej batožiny. Pri zápisnej batožine cestujúci musí rátat' aj s tým, že v prípade straty batožiny ju už nikdy nemusí vidieť. Stáva sa to pomerne zriedka, ale aj meškanie batožiny môže spôsobiť nemalé problémy. **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**
- Nepútať pozornosť - je dôležité vyhnúť sa drahým luxusným značkovým kufrom, ktoré by mohli pútať pozornosť. Je známe, že kufor, ktorý na prvý pohľad vyzerá „lacno“ zaujme zlodeja alebo iné osoby menej ako kufor, ktorý má na sebe logo luxusnej značky.

- Označiť batožinu štítkom - môže nastať situácia, kedy kufre či tašky vyzerajú rovnako, preto je dôležité niečo urobiť, aby kufre sa od seba nejakým spôsobom odlišovali. Existuje mnoho spôsobov napríklad - označiť kufor farebnou stužkou, použiť nejakú nálepku, tu sa kreativite medze nekladú. **Chyba! Nenašiel sa iaden zdroj odkazov.**
  - Vytvoriť fotografiu batožiny do mobilného telefónu - fotografie môžu slúžiť aj ako dôkaz, že ste majiteľom stratenej batožiny v prípade, že sa poškodí štítko, kde sa nachádzajú údaje o majiteľovi. Taktiež môže zamestnancom leteckej spoločnosti pomôcť ju lokalizovať a skôr vypátrať. Vytvoriť fotografiu obsahu batožiny sa bude hodiť v prípade podania poistnej reklamácie stratenej vecí. **Chyba! Nenašiel a žiaden zdroj odkazov.**
2. **Oznámiť stratu zapísanej batožiny**
- Neopúšťať letisko bez nahlásenia - najlepšia voľba nahlásenia chýbajúcej batožiny je hneď po prilete, keď cestujúci zistí, že jeho batožina sa nenachádza medzi ostatnými. Letecká spoločnosť, tak získa viac času na vyriešenie problému.
  - Vyhľadať reklamačné stredisko.
  - V prípade, ak na reklamačnom stredisku sa nenachádza žiaden zamestnanec, alebo ste prileteli do malého letiska neskoro v noci, je potrebné informovať leteckú spoločnosť prostredníctvom telefonátu a vykonať tak ústnu reklamáciu.
3. **Ktorú leteckú spoločnosť kontaktovať ?**
- Ak cestujúci letel jednou linkou v rámci jednej leteckej spoločnosti, tak vie na koho sa má s reklamáciou obrátiť.
  - V prípade, že cestujúci má let s medzipristátiami a letí s niekoľkými leteckými spoločnosťami, môže to byť pre neho zmatúce. V takom prípade zodpovednosť za stratenú zapísanú batožinu má posledný dopravca.
4. **Určenie leteckou spoločnosťou či batožina chýba alebo je stratená**
- Zapísaná batožina, ktorá chýba, zvyčajne je vydaná cestujúcemu ešte v ten istý deň, alebo mu príde najbližším budúcim letom. V opačnom prípade za stratenú zapísanú batožinu sa považuje taká batožina, na ktorú cestujúci musí čakať niekoľko týždňov alebo sa batožina nikdy nenájde.
5. **Výška kompenzácie - poznať svoje práva**
- Ak batožina chýba alebo je stratená - pri kúpe letenky, cestujúci a letecká spoločnosť uzatvorila zmluvu, ktorá stanovuje nejaké podmienky, pravidlá a práva. Každá letecká spoločnosť má špecifické pravidlá, ktoré sa týkajú stratenej alebo chýbajúcej batožiny. Mnoho cestujúcich nepozná svoje práva v prípade kompenzácie stratenej alebo chýbajúcej batožiny. Je dôležité sa informovať u zamestnanca leteckej spoločnosti, ktorá musí informovať svojich cestujúcich o možnostiach, riešeníach a ich právach. **Chyba! enašiel sa žiaden zdroj odkazov.**



Obrázok 4 - Postup procesu v prípade straty zapísanej batožiny

## VIII. KOMPENZAČNÉ NÁROKY ZA STRATENÚ BATOŽINU

Kompenzáciu za stratenú zapísanú batožinu má každý cestujúci nárok vždy. Pokiaľ letecká spoločnosť, ktorá uskutočňuje let cestujúceho nie je totožná s leteckou spoločnosťou, ktorá uzatvorila zmluvu, má cestujúci nárok podať reklamáciu a sťažnosť voči oboj leteckým spoločnostiam.

Výška kompenzácie sa líši u každej leteckej spoločnosti. Danou problematikou - kompenzačné nároky za stratenú batožinu - sa zaoberá Montrealský dohovor. V ňom sa uvádza, že zodpovednosť dopravcu v prípade straty batožiny je obmedzená na 1000 práv osobitného čerpania „SDR“ pre každého cestujúceho rovnako. Práva osobitného čerpania, ktoré sa uvádzajú v Montrealskom dohovore sa vzťahujú na práva osobitného čerpania definovaným Medzinárodným menovaným fondom. **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**

Podľa práv pre cestujúcich v leteckej doprave stanovených Európskou úniou, môže byť kompenzácia za náhradu straty batožiny určená až do výšky približne 1220 EUR.[15]

Pri uplatnení výšky kompenzácie je cestujúci povinný preukázať, ktoré veci a v akej hodnote sa stratili. Najčastejšie si letecké spoločnosti nárokuje preukázať ich hodnotu dokladmi

Ako najjednoduchší spôsob vyjadrenia postupnosti procesu v prípade straty zapísanej batožiny sme znázornili pomocou diagramu na obrázku č. 4. Návrh diagramu poukázal na postupnosť krokov z pohľadu leteckého cestujúceho.

o kúpe (bloček ) alebo aj svedeckými výpoveďami - čestné prehlásenie a podobne.

V prípade ak letecký cestujúci nemá trvalý pobyt v cieľovej destinácii dostanú od leteckej spoločnosti tzv. balíček prvej pomoci, ktorý obsahuje základné oblečenie a hygienické potreby. Taktiež letecké spoločnosti zvyknú svojim cestujúcim, ktorým sa stratila batožina mimo trvalého pobytu poskytnúť okrem balíčka aj finančnú hotovosť vo výške 100 - 200 EUR.[9]

Pokiaľ cestujúci nebol spokojný s výškou kompenzácie stanovenou leteckou spoločnosťou má právo sa obrátiť na súd. Takáto sťažnosť voči leteckej spoločnosti musí byť podaná do 2 rokov odo dňa priletu lietadla, inak nárok môže zaniknúť.

V prípade, že cestujúcemu sa stratí zapísaná batožina, ale na batožinovom lístku sa nachádza meno iného cestujúceho, ktorý letel s tým istým lietadlom na tom istom lete, má taktiež rovnaké právo na náhradu straty zapísanej batožiny. Náhrada škody je poskytnutá nie len cestujúcemu, ktorý žiada o náhradu škody, ale aj taktiež cestujúcemu, na ktorého je napísaná stratená zapísaná batožina. Vnútroštátny súd má na starosť dôkladne overiť, že stratená batožina obsahuje veci iného cestujúceho. Tieto prípady nastávajú v prípade, keď sa jedná predovšetkým o rodinných príslušníkov.

## IX. ZÁVER

Aby sa počet stratenej batožiny znížil, všetci v leteckom priemysle (letiská, leteckí dopravcovia, medzinárodné organizácie a združenia) sa snažia vytvoriť nové možnosti a zdokonaľiť technológie či systémy. Medzinárodná organizácia IATA vytvorila tzv. IATA Resolution 753, ktorý príde do platnosti v roku 2018. IATA Resolution bude mať vplyv na každého v leteckom priemysle a uvádza, že všetci členovia IATA, musia dodržiavať presné stanovovania pre batožinu.

Niektoré letiska vo svete už majú vysokú úroveň sledovania v celom ich terminály. Letisko London Heathrow má nainštalované skenery a lasery po celom letisku. SITA spolupracovala taktiež s niekoľkými letiskami, kde nainštalovali systémy BagMessage a Bagmanager do terminálov - v Baku, Azerbajdžane či Petrohradskom letisku Pulkovo, v Dubline a podobne.

Z nášho pohľadu, v budúcnosti ešte môžu nastať nepredvídateľné problémy so stratenou zapísanou batožinou z toho dôvodu, že v rámci úspor paliva a času bude letecká preprava zapísanej batožiny uskutočňovaná druhým lietadlom, a nie spoločne v jednom lietadle s leteckým cestujúcim.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] ROZEMBERG R. - SZABO S.: Letecká terminológia a frazeológia, Košice, 2015., ISBN 978-80-553-0843-2.
- [2] SZABO, S. - NĚMEC, V. - SOUŠEK, R.: Management bezpečnosti letiště., Brno, CERM, 2015., 165 s., ISBN 978-80-7204-933-2.
- [3] IATA - Medzinárodná organizácia leteckých dopravcov: Prepravné podmienky pre cestujúcich a batožinu v leteckej doprave [online]. [cit. 10.marec 2016].
- [4] BUGAJ, M. – NĚMEC, V. – ROSTÁŠ, J.: Maintenance Planning of Special Aircraft Equipment., GEO Spatial Visions. Žilina: EDIS, 2015, p. 13-14., ISBN 978-80-554-1113-2.
- [5] ROZENBERG, R. – VAGNER, J. – KALAVSKÝ, P. – ENDRIZALOVÁ, E.: Low-cost Airlines Optimization of Operating Expenses. In Aeronautika 15, Lublin University of Technology, 2015, p. 152-158., ISBN 978-83-7947-149-2.
- [6] PRUŠA, J. - JIRÁNEK, V.: Chytré létení, Praha, 2010. ISBN 978-80-254-7065-7.
- [7] GARCIA, M.: The State of the World s Lost Luggage, [Online 26.apríl 2016], [cit. 10.marec 2016]. Dostupné na internete: < <https://skift.com/2016/04/26/the-state-of-the-worlds-lost-luggage-sitas-annual-report/> >
- [8] SITA aero: Baggage report 2013-2016 [online]. [cit. 29.apríl 2016].
- [9] KOLESÁR, J. - PETRUF, M.: Logisticko - obslužné procesy v leteckej doprave, Košice, 2011. ISBN 978-80-553-0598-1
- [10] BRAJKOVIC, V.: Baggage Mishandling Rate Cut by 61 Percent, [Online 22.apríl 2016], [cit. 10.marec 2016]. Dostupné na internete: < <http://www.aviationpros.com/blog/12198197/baggage-mishandling-rate-cut-by-61-percent> >
- [11] Ministerstvo zahraničných vecí Slovenskej republiky, Zb. č.544/2003 Z.z.- Dohovor o zjednotení niektorých pravidiel pre medzinárodnú leteckú dopravu [online]. [cit. 22.apríl 2016].
- [12] SZABO, S.: Riadenie leteckej dopravy / Riadenie dopravy., Košice, Technická univerzita, 2005., s. 109-129., ISBN 8080732973.
- [13] SEANEY, R.: What to do when the airline loses your bag, [Online 27.júl 2014 ], [cit. 10.marec 2016]. Dostupné na internete:< <http://abcnews.go.com/Travel/airline-loses-bag/story?id=24710842> >
- [14] TOBISOVÁ, A. - SZABO, S.: Ekonomika leteckého podniku 2, Košice, Multiprint - 2014., 208 s., ISBN 978-80-89551-12-5.
- [15] Európska únia: Práva cestujúcich v leteckej doprave, [Online 15.apríl2016], [cit. 22.apríl 2016]. Dostupné na internete: < [http://europa.eu/youreurope/citizens/travel/passenger-rights/air/index\\_sk.htm](http://europa.eu/youreurope/citizens/travel/passenger-rights/air/index_sk.htm) >
- [16] SITA aero - Gates, N.: New landscape in baggage management, [Online 2.december 2015], [ cit. 10.marec 2016]. Dostupné na internete: < <https://www.sita.aero/resources/blog/new-landscape-in-baggage-management> >

# VÝSKUMNÉ A VZDELÁVACIE LABORATÓRIA KATEDRY LETECKEJ DOPRAVY ŽILINSKEJ UNIVERZITY V ŽILINE

RESEARCH AND EDUCATIONAL LABORATORIES OF THE AIR TRANSPORT DEPARTMENT,  
UNIVERSITY OF ŽILINA

**prof. Ing. Andrej Novák, PhD.**

Katedra leteckej dopravy, Fakulty PEDAS, Žilinskej univerzity v Žiline, Slovakia  
e-mail: Andrej.Novak@fpedas.uniza.sk

**Abstract.** This paper is about laboratories of University of Žilina especially flying laboratories established at Air Transport Department in cooperation with Flight Training Organisation-Approved training organisation SK.ATO.01 – Air School of the University of Žilina). These laboratories are focused on the specific measurement in the airspace for the example-environmental, meteorological and electromagnetic field.

**Key words** – Flight laboratories, Aircraft, Flight Inspection, Environmental Laboratories, Airborne Sensor

## I. ÚVOD

Katedra leteckej dopravy a Letecké výcvikové a vzdelávacie centrum Žilinskej univerzity v Žiline majú dlhoročné skúsenosti s riešením vedecko-výskumných projektov v oblasti leteckej dopravy. Medzinárodné a národné projekty sú zamerané na zvyšovanie kvality a efektívnosti výcviku pilotov, nové technológie a postupy, leteckú meteorológiu, ľudské zdroje, zvyšovanie bezpečnosti a kvality civilného letectva, ekonomiku leteckých podnikov, letiská, ako aj riadenie letovej prevádzky. V rámci uvedených aktivít boli úspešne ukončené štyri projekty zamerané na vytvorenie potrebnej infraštruktúry a spoluprácu s priemyslom pre dané oblasti výskumu na Žilinskej univerzite v Žiline. Ide o projekty:

- Centrum excelencie pre leteckú dopravu, ITMS: 26220120065
- Brokerské centrum leteckej dopravy pre transfer technológií a znalostí do dopravy a dopravnej infraštruktúry, ITMS: 26220220156
- Implementácia vedecko-výskumných poznatkov do leteckej dopravy, ITMS: 26220220010
- Výskum aplikácie prvkov virtuálnej reality za účelom významného zlepšenia vlastností simulátorov, ITMS: 26220220167

Výsledkom uvedených projektov bolo zlepšenie výskumnej infraštruktúry, vytvorenie nových laboratórií ako aj nadviazanie významnej spolupráce v oblasti priemyslu, či už priamo spojeného s leteckou dopravou alebo využívajúceho výstupy a prostriedky leteckej dopravy. V rámci výstupov projektov vznikli nové organizačné štruktúry na Žilinskej

univerzite v Žiline, ako je Centrum excelencie pre leteckú dopravu a Brokerské centrum leteckej dopravy, v rámci uvedených výskumných entít boli vytvorené jednotlivé laboratória.

## II. LABORATÓRIA CENTRA EXCELENCIE PRE LETECKÚ DOPRAVU

### AEROLAB 1

Letové laboratórium AeroLab 1 sa venuje výskumu oblasti letového overovania leteckej zabezpečovacej techniky za účelom zvyšovania bezpečnosti leteckej dopravy. Výskum, ktorý je možné realizovať, je v oblasti merania a vyhodnocovania pozemných leteckých zabezpečovacích zariadení prostredníctvom merania presnosti, integrity, dostupnosti, kontinuity systémov, vybraných komunikačných, navigačných a sledovacích zariadení. Výskum sa venuje predovšetkým problematike komunikácii v pásme KV a VKV, rádionavigačným zariadeniam VOR, DME, ILS (GP,LLZ), MKR, NDB, satelitným navigačným systémom a sledovacím systémom SSR A/C, SSR mód S a ADS-B. Technické vybavenie pozostáva z prístrojov: AT 940 Flight Inspection System / systém monitorovania leteckého frekvenčného spektra, AT 940 Ground Reference System / pozemný referenčný systém, EVS 300 VOR/ILS spektrálny analyzátor s anténnym systémom EVS-Z3, FSH 18 letecký spektrálny analyzátor s anténnym systémom.



**Obrázok 1** - Letové laboratórium AeroLab 1 (zdroj: autor)

### AEROLAB 2

Letové laboratórium AeroLab 2 sa venuje výskumu v oblasti environmentálneho pôsobenia leteckej dopravy a skúmaniu meteorologicky významných javov pre bezpečnosť leteckej dopravy. Výskumné úlohy, ktoré sa riešia, sú v oblasti získavania informácií o oblačnosti (základňa a horná hranica oblačnosti, skupenstvo, dohľadnosť v jednotlivých druhoch

oblakov), turbulencii, námraze, ako aj o koncentrácii environmentálnych plynov a tokoch krátkovlnného a dlhovlnného žiarenia. Technické vybavenie pozostáva z: WVSS II Atmospheric Water Vapor Sensing System, Airborne reference station IMU/GNSS – Fiber optic Gyro.



**Obrázok 2** - letové laboratórium AeroLab 2 (zdroj: autor)

### III. LABORATÓRIA BROKERSKÉHO CENTRA LETECKEJ DOPRAVY

Laboratória Brokerského centra leteckej dopravy sa orientujú primárne na oblasť výskumu a vývoja leteckej dopravy a jej previazanosť s ďalšími oblasťami výskumu. Výskum sa zameriava na využívanie špičkových technológií a výstupov vedecko-výskumnej činnosti leteckej dopravy a jej interakcie s výskumom v konkrétnych oblastiach elektrotechniky, informačných technológií, stavebníctva, kartografie a geodézie. Čoho dôkazom je aktívne zapojenie riešiteľov na ďalších projektoch nadväzujúcich na výstupy projektu, či už na národnej alebo medzinárodnej úrovni.

#### AEROLAB 3

Letové laboratórium AeroLab 3 sa venuje výskumu v oblasti získavania priestorových 3D dát leteckých snímok vo viditeľnom spektre RGB + NIR prostredníctvom leteckého laser scanera určené pre koridorové mapovanie v doprave. Súčasťou technológie je letecký laser scanner Trimble Harier 68i, doplnený o 60 Mpix kameru, GNSS referenčný systém, záložný zdroj, úložisko meraných dát a pozemný systém spracovania a vyhodnotenia dát. Uvedená technológia je prevádzkovaná a inštalovaná v lietadle typu Piper PA34-220T Seneca III so špeciálnou úpravou pre laboratórne merania. Laboratórna úprava umožňuje variabilitu zadného priestoru pre uloženie meracích zariadení na certifikované platformy, ako aj v module napájania laboratória, ktorý umožňuje napájať elektrickou energiou jednotlivé zariadenia, pričom je k dispozícii 28V DC a 115VAC 60 Hz. Zároveň je výstup na anténu GNSS a výstup na jednotku IMU.



**Obrázok 3** – Letové laboratórium AeroLab 3 (zdroj: autor)

Uplatnenie výstupov kompetenčného centra v podnikateľskom prostredí predstavuje možnosti komerčného prepojenia brokerského centra s podnikateľským prostredím na regionálnej, národnej, ale aj medzinárodnej úrovni so zameraním sa na výstupy a inovácie v oblasti dopravy a dopravnej infraštruktúry. Okrem možnosti komercializácie výstupov vedy a výskumu je nutné zdôrazniť aj možnosti napojenia na ďalšie medzinárodné organizácie zaoberajúce sa špičkovým výskumom ako napr. GNSS Centre of Excellence so sídlom v Prahe.

- I. Porovnanie výsledkov hodnotenia textúry povrchov meraním pomocou 3D scanera a konvenčnými metódami vychádza z tvrdenia, že javy, ktoré textúra povrchu môže ovplyvňovať závisia predovšetkým na veľkosti vlnových dĺžok a amplitúd, nepravidelností povrchu, kedy mikro a makrotextúra má výrazný vplyv predovšetkým na protišmykové vlastnosti vozoviek. Boli vytipované úseky ciest na ktorých bola meraná a hodnotená textúra a drsnosť vozovky, pričom tieto úseky boli takisto skenované pomocou 3D skenera. Výsledky všetkých metód boli porovnávané a z porovnania boli nakoniec stanovené korelačné závislosti.
- II. Využitie optických systémov skenovania pre kontinuálne hodnotenie premenných parametrov povrchu vozoviek vychádza so získavania a využívania údajov o premenných parametroch pozemných komunikácií, kedy práve diagnostika je zdrojom informácií pre analýzu stavu vozoviek a ich následné hodnotenie. V súčasnosti s vývojom leteckého 3D laserového skenovania je možné rozvíjať aj využiteľnosť leteckej snímky v rôznych oblastiach najmä pre cesty, diaľnice, tunely, letiská alebo železnice. Vysokorýchlostné kamery a optické systémy zabezpečujú rozlíšenie 3D s vysokou presnosťou a ponúkajú mnoho výhod oproti tradičným meraniam.
- III. Modelovanie vonkajších silových vedení na základe využitia 3D skenovaných dát vychádza z možnosti zberu údajov prostredníctvom lidarových technológií pri mapovaní koridorov elektrického vedenia. Na základe získaných praktických výsledkov je možné konštatovať, že kvalita výstupných dát, najmä získavaná hustota 3-5 bodov na m<sup>2</sup> je dostatočná pre účely monitoringu a analýzy stavu vedení a ich ochranných pásiem.
- IV. Diagnostika vonkajších elektrických vedení VVN s využitím leteckého LIDARU vychádza z využitia leteckého 3D skenovania vzdušných vedení vysokého napätia. Tieto dáta spolu s termo kamerou môžu prevádzkovateľovi vedenia poskytnúť mnohé cenné informácie. Z výsledného trojrozmerného modelu je pomocou špecializovaných softvérových nástrojov možné automaticky identifikovať a vektorizovať vodiče, vypočítať priehyby vodičov, vykonať kontrolu minimálnych vzdialeností od vodičov a identifikovať potenciálne nebezpečné objekty.
- V. 3D Terestrické skenovanie stavebných objektov a ich častí s následnou tvorbou georeferencovaných modelov vychádza z 3D terestrického pozemného skenovania mračna bodov. Toto mračno je možné ľubovoľne georeferencovať. Z nameraného mračna bodov následne modelujeme formou 3D stavebné objekty

prípadne ich časti. Takto vytvorené vektorové modely ako i samotné mračno bodov má široké uplatnenie napr. v urbanizme, architektúre, súdnom znalectve a iných oblastiach dopravy.

#### **IV. ĎALŠIE ŠPECIALIZOVANÉ LABORATÓRIA URČENÉ NA VÝSKUM A VZDELÁVANIE V LETECTVE**

##### **LABORATÓRIUM ZABEZPEČOVACEJ LETECKEJ TECHNIKY**

Laboratórium zabezpečovacej leteckej techniky slúži pre výskum v oblasti merania a vyhodnocovania stavu leteckej zabezpečovacej techniky. Predovšetkým ide o výskum v oblasti navigačných a komunikačných zariadení používaných v letectve s cieľom prispieť k zvýšeniu bezpečnosti leteckej dopravy. HW vybavenie pozostáva z spektrálny analyzátor FSH 4 (1 ks), FSH 18 (2ks), osciloskop dvojkanálový (1 ks), merací prijímač VOR/DME (1 ks), merací prijímač COM (hlas, dáta) (1 ks), merací prijímač ADS-B (1 ks), antény pozemný systém NAV/COM (1ks). SW vybavenie RadioLab 3.6 pre šírenie NAV a COM signálov.

##### **LABORATÓRIUM LETECKEJ RÁDIONAVIGÁCIE**

Laboratórium leteckej rádionavigácie umožňuje výskum na rádionavigačných systémoch lietadiel. Svojím vybavením (prístrojovým aj materiálnym) umožňuje vykonávať výskum na obvodoch a analyzovať funkčnosť a prevádzkyschopnosť týchto systémov. HW vybavenie 1 ks simulátora FNPT II MCC výrobca Mechatronic, 1 ks simulátora FNPT II MCC výrobca Elite, 1 ks osciloskop dvoj kanálový premeranie QTG testov odozvy zariadenia. SW vybavenie pre analýzu simulátora pomocou QTG testov.

##### **LABORATÓRIUM LETECKÝCH PRÍSTROJOV**

Laboratórium leteckých prístrojov slúži na výskum v oblasti zobrazovania informácie pre posádku lietadla. Laboratórium je špecializovaným pracoviskom určeným pre prácu na vybraných leteckých prístrojoch. Umožňuje vykonávať meranie a analýzu na systémoch merania neelektrických veličín. Laboratórium je určené nie len na výskum, ale aj k osvojeniu si základných postupov pri kontrole činností a meraní palubných elektronických systémov lietadla. HW vybavenie laboratória pozostáva z 1 ks BITD simulátora vrátane kokpitu pre klasické prístroje (analogové), 2 ks PCATD určené pre výskum v oblasti použitia nových LCD zobrazovacích prvkov v kokpite lietadla, 1 ks multimeter U, I, R, L, C, 1 ks osciloskop dvoj kanálový, set analogových a digitálnych prístrojov (motorové, navigačné, pomocné).

##### **LABORATÓRIUM LETECKÝCH MOTOROV**

Laboratórium leteckých motorov je vybavené statickou ukážkou jednotlivých typov prúdových motorov a jedným kusom malého prúdového laboratórneho motora. Pracovisko umožňuje meranie a výskum piestových motorov pomocou systému monitorovania stavu leteckého motora EDM 800. Tento pokročilý systém je určených pre sledovania parametrov leteckého piestového motora. Laboratórne zariadenie umožňuje sledovanie vybraných parametrov a stáva sa tak profesionálnym nástrojom na palube lietadla. HW 10 ks monitorovacej a

záznamovej jednotky EDM800, 1 ks počítača na sledovanie údajov, 1 ks laboratórneho prúdového motora s riadiacou jednotkou.

##### **LABORATÓRIUM LETÍSK**

Laboratórium letísk slúži, ako učebňa pre praktické ukážky a výskum svetelnotechnických zariadení, pričom ponúka študentom komplexný pohľad na riešenia jednotlivých letísk a ich vyznačenia svetelnými návěstidlami pre vzletové a pristávacie dráhy, rolovacie dráhy, približovacie svetelné a zostupové sústavy, ako aj pre označenie objektov svetelnými prekážkovými návěstidlami. Zároveň je možné skúmať problematiku napájania svetelných sústav. Poskytuje pohľad na riešenia pre zabezpečenie napájania leteckých pozemných svetelných návěstidiel, približovacích svetelných sústav, dráhových a rolovacích sústav, zostupových sústav a svetelných sústav. Zároveň prostredníctvom ovládacieho a monitorovacieho zariadenia, ponúka možnosti na výskum a vývoj riešení pre zabezpečenie ovládania a monitorovania svetelnotechnických zariadení a vybraných bezpečnostných systémov. HW vybavenie pozostáva z 20 ks rôznych svetelných systémov (dráha, približovacie svetlá, atď.), 1 ks modelového letiska vrátane svetelnotechnického riešenia, 1 ks systému napájania a monitorovania letiska.

##### **LABORATÓRIUM KONŠTRUKCIE A PREVÁDZKY LIETADIEL**

Laboratórium konštrukcie a prevádzky lietadiel slúži ako učebňa na vedenie cvičení v rámci predmetov Aeromechanika, Lietadlá a Technická údržba lietadiel, kde študenti reálne riešia odborné úlohy a merania v súlade so stanoveným študijným plánom. Laboratórium je vybavené reálnou lietadlovou technikou a jednotlivými konštrukčnými časťami lietadiel, ktoré slúžia ako špeciálne učebné pomôcky. Študenti riešia úlohy spojené s využívaním vybavenia laboratória pri určovaní ťažiska lietadla, overovanie údržbových postupov, posudzovanie aerodynamických a konštrukčných charakteristík lietadiel, analýza vlastností jednotlivých prvkov častí lietadlovej techniky a mnohých iných činností súvisiacich s výučbou uvedených predmetov. Študenti si týmito činnosťami overujú teoretické vedomosti na skutočnej lietadlovej technike, čo tvorí vysokú pridanú hodnotu vo výučbovom procese. Laboratórium pozostáva z lietadiel typu Zlín 42 a Zlín 142, nosných plôch, stabilizačných plôch, trupových častí, mechanizácie krídel, podvozkových systémov ako aj k tomu prislúchajúce technické vybavenie.

#### **V. ZÁVER**

Výskumné a vzdelávacie laboratória, ako aj projekty zamerané na vedecko-výskumnú činnosť majú za úlohu prispieť k zvýšeniu kvality vzdelávacieho procesu ako aj k zvýšeniu kvality výstupov vedy a výskumu. Riešenie projektov tohto typu je momentálne na univerzitách nutnosťou z dôvodov neustále stúpajúcich nárokov na prístrojové a informačno-komunikačné vybavenie pracovísk. Projekty tohoto typu sú dôkazom rýchleho rastu vedeckých poznatkov, ktoré vyúsťujú do požiadaviek experimentálneho overovania poznatkov a technológií s využitím prostriedkov virtuálnej reality, nanotechnológií a informačno-komunikačných technológií. Ich úlohou bolo vytvoriť jedinečné monitorovacie a vyhodnocovacie systémy v letovej prevádzke na

Slovensku, ktoré budú participovať na výskume inovatívnych technológií v oblasti dopravy, čo prináša výhody najmä z dôvodu perspektívnej budúcnosti, spájania poznatkov, interdisciplinarity a komplexnosti posúdenia jednotlivých výsledkov výskumných úloh aj v rámci EÚ. Intenzívne prepájanie výskumu s praxou a vytvorenie partnerstiev na úrovni vysokých škôl sa odrazí vo zvýšení kvality vedy a výskumu na Slovensku.

#### POĎAKOVANIE

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu: „Brokerské centrum leteckej dopravy pre transfer technológií a znalostí do dopravy a dopravnej infraštruktúry; ITMS 26220220156“.



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku /  
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.

#### LITERATÚRA / REFERENCES

- [1] NOVÁK SEDLÁČKOVÁ, A. : Propagácia Brokerského centra leteckej dopravy pre transfer technológií a znalostí do dopravy a dopravnej infraštruktúry v kontexte technologického transferu a jeho právne-ekonomického rámca. In: Brokerské centrum leteckej dopravy pre transfer technológií a znalostí do dopravy a dopravnej infraštruktúry : zborník vedeckej konferencie : Donovaly, 22.-24.01.2014. - Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2014. - ISBN 978-80-554-0877-4. - S. 71-73.
- [2] NOVÁK SEDLÁČKOVÁ, A. – NOVÁK A.: Žilinská univerzita v Žiline, Katedra leteckej dopravy realizuje projekt Centrum excelencie pre leteckú dopravu / Alena Novák Sedláčková, Andrej Novák. - Žilina : EIP/services, 2013. - 43 s.
- [3] NOVÁK, A. a kol.: Využitie výskumných letových laboratórií vo svete a EÚ - Žilina : [s.n.], 2012. - 68 s.
- [4] Pitor, J – Kandra, B.: Problém laserového skenovania členitého terénu , In: Aero-Journal : international scientific journal of air transport industry. - ISSN 1338-8215. - Č. 1 (2014), s. 29-34.
- [5] BUGAJ, M. ROSTÁŠ, J. NĚMEC, V.: 3D modeling from airborne laser scanner = 3D modelovanie dát získaných z leteckého laserového skenera, In: GEO SPATIAL VISIONS : vedecká konferencia : Banská Bystrica, 08.-09.09.2015. - Žilina: Žilinská univerzita, 2015. - ISBN 978-80-554-1113-2. - S. 15-16.
- [6] BUGAJ, M. CÍGER, A. JIRKŮ. P.: Comparison of helicopter simulators and modelling, In: INAIR 2014 : international conference on air transport : 13-14 November 2014, Prague, Czech Republic. - Žilina: Žilinská univerzita, 2014. - ISBN 978-80-554-0944-3. - S. 19-21.
- [7] BUGAJ.M. : Riadenie zdrojov v systéme údržby, In: Aero-Journal : international scientific journal of air transport industry. - ISSN 1338-8215. - Vol. 1, no. 1 (2012), s. 53-58.



# ROZŠÍRENIE ÚDRŽBY LIETADIEL NA LETISKU ŽILINA

## EXTENSION OF AIRCRAFT MAINTENANCE AT ZILINA AIRPORT

**Ing. Pavol Pecho**

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Slovak republic  
pavol.pecho@fpedas.uniza.sk

**Prof. Ing. Peter Zvolenský, CSc.**

Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Slovak republic  
peter.zvolensky@fstroj.uniza.sk

**Abstract.** *The object of the thesis is to design a workplace focusing on the appropriate area for extended maintenance at Žilina airport. The thesis analyzes conditions for continuing airworthiness within the context of the current center maintenance of aircraft at Žilina airport. In the next section we set distribution area of work focused on the maintenance of barometric indicators. Thesis deal with the capacity calculations and resulted in a comprehensive proposal for the site and alternative options for the extended maintenance at Žilina airport.*

**Key words** – maintenance, overhauls, repairs, aircraft instruments, airport Žilina.

### I. ÚVOD

Letecká doprava v súčasnosti patrí k forme cestovania s najväčším dôrazom na bezpečnosť. Vďaka precíznej a pravidelne vykonávanej údržbe sa počet nehôd v dôsledku technickej poruchy neustále znižuje. Jedným z negatívnych faktorov generálnych opráv je najmä technický prestoj v dôsledku plánovanej údržby a finančného zaťaženia prevádzkovateľa leteckej techniky.

S týmto zameraním sa v príslušných kapitolách analyzujú situácie a predkladajú sa návrhy na riešenie s cieľom efektívnosti, požadovanej odbornej náročnosti a perspektívu dosiahnutia riešených cieľov.

### II. CHARAKTERISTIKA POŽIADAVIEK NA ZACHOVANIE LETOVEJ SPÔSOBILOSTI

Zachovanie letovej spôsobilosti je charakterizované legislatívnym predpisom nariadenia Európskej komisie číslo 1321/2014 z 26. novembra 2014 o zachovaní letovej spôsobilosti lietadiel a výrobkov, súčastí a zariadení leteckej techniky a o schvaľovaní organizácií a personálu zapojených do týchto činností.

ODDIEL A – TECHNICKÉ POŽIADAVKY, PODKAPITOLA „C“, BOD „M.A.301.“

Zachovanie letovej spôsobilosti lietadla a prevádzkyschopnosť prevádzkového ako aj núdzového vybavenia sa zabezpečí nasledujúcimi činnosťami:

1. Vykonaním predletovej prehliadky
2. Opravou akejkoľvek poruchy alebo poškodenia, ktoré ovplyvňuje bezpečnú prevádzku, v súlade s údajmi uvedenými v bode M.A.304 a/alebo bode M.A.401, pričom sa pri všetkých veľkých lietadlách alebo lietadlách používaných v obchodnej leteckej doprave berie do úvahy zoznam minimálneho vybavenia a zoznam odchýlok a konfigurácií, pokiaľ sa to vzťahuje na typ lietadla.
3. Vykonaním komplexnej údržby v súlade s programom údržby lietadla schváleným podľa bodu M.A.302.
4. Rozborom účinnosti schváleného programu údržby podľa bodu M.A.302 pre všetky veľké lietadlá, alebo lietadlá používané v obchodnej leteckej doprave.
5. Plnením každého príslušného:
  - a. príkazu na zachovanie letovej spôsobilosti,
  - b. prevádzkového príkazu s účinkom na zachovanie letovej spôsobilosti,
  - c. požiadavky na zachovanie letovej spôsobilosti stanovenej agentúrou,
  - d. opatrení predpísaných príslušným orgánom ako okamžitej reakcie na bezpečnostný problém, takzvaný bulletin.
6. Vykonaním modifikácií a opráv v súlade s bodom M.A.304.
7. Stanovením rozhodovacích zásad pre vykonávanie nevyhnutných modifikácií a/alebo prehliadok pri veľkých lietadlách alebo lietadlách používaných v obchodnej leteckej doprave.
8. V prípade potreby vykonať kontrolné lety na účely údržby.

S ohľadom na uvedené činnosti údržby zabezpečujúce zachovanie požiadaviek letovej spôsobilosti sa na letisku Žilina vykonávajú potrebné úkony podľa stanovenej a aktuálnej legislatívy.

### III. ANALÝZA ÚDRŽBY LIETADIEL LETECKÉHO VÝCVIKOVÉHO A VZDELÁVACIEHO CENTRA

Žilinská univerzita v Žiline, Letecké výcvikové a vzdelávacie centrum s prevádzkovými priestormi na letisku v Dolnom Hričove, poskytuje okrem leteckého výcviku pre získanie licencie pilota aj údržbu leteckej techniky.

Osvedčeniami, ktorými disponuje Letecké výcvikové a vzdelávacie centrum (LVCC), je osvedčenie o riadení zachovania letovej spôsobilosti SK.MF.006 ku dňu 4.3.2016, ktorého držiteľom je od roku 2010. Organizácia s daným osvedčením nie je kompetentná pre vydávanie povolení na let, to však neplatí pre overovanie letovej spôsobilosti, pre ktorú platí osvedčenie SK.MG.025. Letecká technika, na ktorú sa vzťahujú dané osvedčenia je nasledovná:

- Zlín Z-42M,
- Zlín Z-42MU,
- Zlín Z-142,
- Zlín Z-43,
- Let L-200 Morava,
- Piper PA-28 Arrow
- Piper PA-34 Seneca.

Osvedčenie SK.MF.006 bolo pre LVVC pôvodne vydané 10.3.2009 a naposledy bolo aktualizované dňa 28.10.2014. Držiteľ osvedčenia má oprávnenie vykonávať údržbu v súlade s oddielom A, časťou F, prílohy I (časť M), k nariadeniu Európskej komisie číslo 2042/2003, pre vykonávanie údržby výrobkov, častí a zariadení uvedených v danom rozsahu typov lietadiel a na vydávanie súvisiacich osvedčení o uvoľnení do prevádzky za stanovených podmienok, ako aj vykonávanie údržby iba v stanovenom rozsahu podľa osvedčenia. Rozdelenie osvedčenia z hľadiska rozsahu sa delí do tried:

- lietadlá,
- motory,
- komponenty odlišné od kompletných motorov alebo pomocných zdrojov,
- špecializované služby.

V triede lietadlá je údržbové pracovisko LVVC kvalifikované skupinou A2, pod ktorú patria lietadlá do maximálnej vzletovej hmotnosti 5700kg a konkrétny zoznam typov je zhodný so zoznamom uvedeným vyššie. Klasifikáciu B2 pre údržbu motorov sa centrum špecializuje iba na piestovú skupinu, a to konkrétne pre šesťvalcové, vzduchom chladené motory Avia. Ide o typy M-137 A, M-137 AZ a taktiež M- 337 A, M- 337 AK .

Uvedené motory sú používané v lietadlách typu Zlín, s ktorými súvisí aj rozsah údržby pre triedu komponentov. LVCC má osvedčenie pre komponenty v klasifikácii C2, kam patria vrtule, konkrétne: V-500A, V-503A, V-410A, a V-506A.

V poslednej triede osvedčenia sa nachádzajú špecializované práce s klasifikáciou D1, ktorá v sebe zahŕňa nedeštruktívne testovanie farebnou kapilárnou metódou využiteľnou na zisťovanie trhlín materiálu, najmä konštrukcie draku lietadla a konštrukcie motora.

LVCC je teda oprávnené vykonávať údržbové úkony a zásahy, ale aj vydávať certifikáty o letovej spôsobilosti typov lietadiel, na ktoré sa vzťahujú dané osvedčenia

### IV. OBLASTI A MOŽNOSTI ROZŠÍRENIA VÝKONU ÚDRŽBY LIETADIEL

LVCC ako organizácia vykonávajúca údržbu podľa platného osvedčenia SK.MF.006 má možnosti rozšíriť svoju klasifikáciu len v rámci platnej legislatívy a nariadenia Európskej komisie 2042/2003.

V prípade LVCC, ktorá zamestnáva viac pracovníkov, má možnosť rozšíriť svoju klasifikáciu v triedach: lietadlá, motory, komponenty iné než úplné motory a APU, a špecializované služby.

Z hľadiska najväčšej využiteľnosti pracoviska je vhodným rozšírením osvedčenia klasifikácia C13 – prístrojové vybavenie v triede komponentov. V súčasnej dobe existujú na Slovensku iba dve organizácie poskytujúce údržbu, opravy a preskúšania prístrojového vybavenia a dá sa očakávať, že pracovisko pod záštitou LVCC bude využité nielen pre potreby letiska Žilina.

Organizácie oprávnené pre vykonávanie údržby klasifikácií v jednotlivých triedach, na ktoré LVCC nemá oprávnenie, sú uvedené na stránke divízie civilného letectva Dopravného úradu Slovenskej republiky.

#### PRÍSTROJOVÉ VYBAVENIE LIETADIEL

Prístroje a vysielače sú informačnými prostriedkami, ktorých funkciou je spracovanie fyzikálnych parametrov na signály, ktoré sú ďalej využívané v systémoch riadenia alebo priamo človekom pri riadení lietadla. Rozšírenie údržby o klasifikáciu C13 v sebe zahŕňa ucelené pracovisko údržby, opráv a najmä preskúšani prístrojov. Ako modelovú situáciu rozšírenia údržby na letisku Žilina sa práca zamerala na skupinu barometrických prístrojov, ktoré patria medzi najdôležitejšie letové prístroje, nachádzajúce sa v každom lietadle bez ohľadu na typ a ich strata funkčnosti počas prevádzky by výrazným spôsobom ohrozila bezpečnosť posádky za letu.

Rozhodnutie o vykonaní generálnej opravy alebo a vyradení prístroja z prevádzky ovplyvňuje najmä ekonomický faktor. Patria sem predovšetkým finančné prostriedky, doba prestoja počas údržby či dostupnosť náhradných komponentov. Z hľadiska barometrických prístrojov na meranie rýchlostí a výšok lietadla, ktoré patria k najzákladnejším informáciám potrebným pre vykonanie bezpečného letu, sú najvhodnejšou skupinou pre vykonanie analýzy rozšírenia údržbového strediska LVCC pre barometrické prístroje s prípadným rozšírením pre zvyšné skupiny prístrojov.

### V. NÁVRH TECHNOLOGIÍ A TECHNOLOGICKÝCH POSTUPOV PRE STANOVENÚ OBLASŤ ÚDRŽBY

#### ÚDRŽBA LETECKÝCH PRÍSTROJOV

Údržba a opravy prístrojov sa skladajú z periodických preskúšaní a generálnych opráv. Napriek použitiu rovnakých typov prístrojov sa periodicitu potrebných úkonov vzťahuje jednotlivito pre konkrétny typ lietadla. Z hľadiska výbavy a používaných prístrojov v leteckej technike na Slovensku je analýza zameraná na technológie opráv, periodicitu a potrebné vybavenia pracoviska na letecký výškomer LUN-1121-8 a VD-20, letecký rýchlomer LUN 1107-8, a letecký variometer LUN 1147-8.

Po uplynutí stanovenej lehoty sú letecké prístroje podrobené generálnej oprave. Každý typ prístroja má vlastný technologický postup opráv, ktorý obsahuje nasledujúce informácie:

- výkresová časť,
- materiálový list,
- popis prístroja,
- technologický postup potrebných prác,
- zoznam prípravkov, náradia a špeciálneho vybavenia,
- zoznam povinne vymeniteľných dielov,
- norma spotreby materiálu,
- protokol o meraní.

Pre rozšírenie údržby o prístrojové pracovisko a jeho návrh je ale veľmi podstatná časť technologického postupu a predpísaných prác.

Po vykonaní všetkých potrebných úkonov sa prístroj zostaví, utesní a je pripravený na poslednú fázu generálnej opravy – preskúšanie. Aby mohol byť prístroj uvoľnený do leteckej prevádzky, musí sa podrobiť preskúšaniam za účelom zistenia plnej funkcionality a zistenia nepresností. Medzi potrebné vybavenie pracoviska na skúšky barometrických prístrojov (Obr. 1) podľa technologických postupov daných prístrojov patrí nasledovné špecializované vybavenie:

- podtlaková komora (2),
- meracie stĺpce tlaku s ortuťovou a vodnou náplňou(4),
- skúšobné zariadenia celkového, dynamického a statického tlaku(3),
- šikmý stĺpec merania tlaku,
- mraziaca komora,
- tepelná komora(5),
- ciachované letecké prístroje.

Okrem skúšobných zariadení pracovisko obsahuje aj nasledovné prípravky, meradlá a pomôcky potrebné pre opravy prístrojov:

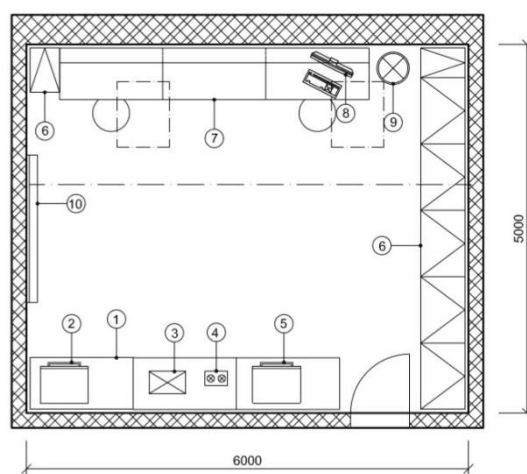
- hodinársky sústruh,
- ultrazvuková čistička,
- súprava náradia prístrojového pracoviska,
- mikrometer a meradlá: o listové mierky, o indikátory,
- pomocné číselníky,
- súbor náhradných dielov,
- šablóny,
- čistiace prostriedky,
- PC s tlačiarňou(8).

## VI. NÁVRH POTREBNÉHO VYBAVENIA PRACOVISKA, VYKONANIE KAPACITNÝCH PREPOČTOV

Pracovisko opráv a údržby leteckých prístrojov musí spĺňať parametre z dvoch hlavných hľadísk: legislatívneho a technologického. V prvom prípade je potrebné zabezpečiť potrebné osvedčenia pre organizáciu vykonávajúcu údržbu leteckej techniky alebo iba rozšírenie už existujúceho osvedčenia o klasifikáciu prístrojov a kvalifikovaného personálu. Z technologického hľadiska musí spĺňať požiadavky na potrebné

vybavenie a zabezpečenie priestorov pre výkon údržby a preskúšaní.

LVVC v súčasnej dobe disponuje prístavbou podkrovnej časti traktu „B“, ktorý je vhodný pre umiestnenie pracoviska opráv barometrických prístrojov. Vo voľnej miestnosti s rozmermi 6-krát 5 metrov vznikol ideálny priestor pre umiestnenie pracoviska so všetkým potrebným vybavením. Pôdorysný plán návrhu usporiadania pracoviska je zobrazený obrázku. č. 1 a zobrazuje rozmiestnenie vybavenia v priestoroch miestnosti. Usporiadanie návrhu spočíva v rozdelení pracovného priestoru na časť pre zápis a vyhodnocovanie meraní (1) a činností pomocou počítača s pracovnými stolmi (7) určenými pre montáž, demontáž a opravu prístrojov. Ďalším vybavením určeným pre skúšobné a kalibračné zariadenia je doplnenie priestorov úložnými skrinkami (6) pre potrebnú dokumentáciu, náradie, čistiace prostriedky a náhradné diely. Umiestnením tabule s nástenkou (10) je zámer pre zefektívnenie práce a rýchlu dostupnosť potrebných informácií pre personál.



**Obrázok 7 – Pôdorys návrhu pracoviska opráv barometrických prístrojov.**

### KAPACITNÉ VÝPOČTY

Z hľadiska organizácie procesu údržby a opráv je navrhované pracovisko stacionárneho typu. Takýto formát pracoviska sa uskutočňuje podľa technologického postupu špecializovanou skupinou pracovníkov. Výpočtom požadovaného počtu personálu a doby ich efektívnej práce vznikne údaj, nevyhnutný pre vytvorenie záveru o potrebách zriadenia daného pracoviska v priestoroch LVVC pre účely opráv leteckých prístrojov.

Chýbajúcim údajom pre kapacitné výpočty je počet odhadovaných opráv za rok. S využitím informácií Štatistického úradu Slovenskej republiky a ich publikácie „Ročenka dopravy, pošt a telekomunikácií 2015“ je známy údaj o počte nalietaných hodín všetkých registrovaných lietadiel a leteckej techniky na Slovensku. S predpokladom, že pracovisko v budúcnosti bude pokrývať nielen potreby LVVC, ale aj leteckú techniku zo Slovenska, a susedných krajín, kapacitné výpočty využívajú celkový nálet všetkých lietadiel a leteckej techniky na našom území.

Cyklus opráv sa s typom a triedou lietadla mení. Pre primárnu skupinu motorových lietadiel typu ZLIN je perióda

generálnej opravy barometrických prístrojov 1500 letových hodín v prevádzke letov VFR, alebo podľa typu prehládok. Hodnoty jednotlivých časov opráv a preskúšani spolu s využitím údajov o počte nalietaných hodín a periodicite opráv tvoria základ pre kapacitné výpočty pracoviska. Výsledkom využitia údajov potrebných pre zistenie celkovej ročnej prácnosti, ktorá je výsledkom súčiny časov podľa technologického postupu a počtom odhadovaných opráv za rok, ktorý je výsledkom podielu celkového ročného náletu stanoveného počtu lietadiel (podľa údaju zo Štatistického úradu SR) a ich cyklom do generálnej opravy. V danom prípade je celková ročná prácnosť 369 hodín za rok (Tab.1).

**Tabuľka 1** Celková odhadovaná ročná prácnosť pracoviska barometrický prístrojov

Počet letových hodín za rok 2014 (hod.)	37194
Počet odhadovaných pracovných hodín opráv za rok (hod.)	316
Počet odhadovaných pracovných hodín preskúšani za rok (hod.)	52
Celková odhadovaná prácnosť za rok (hod.)	369

Aplikovaním údajov na súčasný rok 2016, ktorý má 250 pracovných dní s pracovnou dobou 7,5 hodiny, je teda ročný časový fond pracovníka 1875 hodín. Podielom celkovej prácnosti a ročného časového fondu pracovníka vznikol údaj o potrebnom počte pracovníkov pre dané pracovisko. Hodnota 0,19 pracovníka v praxi znamená, že pre pracovisko stačí jeden pracovník s jeho minimálnym využitím (Tab. 2).

**Tabuľka 2** Potrebný počet pracovníkov pracoviska barometrických prístrojov

Potrebný počet pracovníkov		
Ročný časový fond pracovníka	1875	Ph/rok
Celková prácnosť	369,1	Ph/rok
Potrebný počet pracovníkov	0,19	1

Vzhľadom malú využiteľnosť pracoviska a personálu nie je zriadenie údržbového pracoviska zameraného výlučne na barometrické prístroje ekonomicky výhodné. Výsledky kapacitných výpočtov majú len orientačný charakter a nemusia plne odzrkadľovať aktuálnu požiadavku prevádzkovateľov leteckej techniky na Slovensku a v susedných krajinách.

Riešením je vytvorenie pracovnej pozície s primárnym zaradením do inej sekcie údržby a sekundárnym zaradením pracovníka do pracoviska údržby barometrických prístrojov.

## NÁVRH ALTERNATÍVNYCH RIEŠENÍ PRE ROZŠÍRENIE ÚDRŽBY

Výsledok kapacitných výpočtov ukázal, že zriadenie pracoviska opráv barometrickej skupiny leteckých prístrojov by vzhľadom na malú využiteľnosť nebolo ekonomicky výhodné riešenie rozšírenia údržby na letisku Žilina. Trieda údržby komponentov lietadiel s klasifikáciou C-13, teda prístrojového vybavenia, napriek tomu ponúka niekoľko vhodných alternatív vytvorenia pracoviska s daným zameraním:

- rozšírenie pracoviska pre všetky prístrojové skupiny,
- rozšírenie prác o prístrojové zástavby a modernizáciu prístrojového vybavenia,
- zameranie údržby a opráv aj na prístroje mimo leteckého odvetvia,
- vytvorenie pracoviska pre vývoj a modernizáciu nových prístrojov,
- rozšírenie pracoviska pre údržbu a opravy telekomunikačných zariadení v leteckej a vojenskej technike.

S využitím dostupných technologických súpisiek č. 710 a č. 711 lietadla L-410 UVPE, aplikovaním prístrojov ktoré sú konštrukčne podobné a vyskytujú sa v typoch lietadiel patriacich pod údržbové osvedčenie SK-MF.006 je možné vykonať orientačné kapacitné výpočty. Z výsledku sa následne stanoví záver o využiteľnosti pracoviska zameraného pre všetky prístrojové skupiny.

Aplikovaním vzťahov kapacitných výpočtov pre všetky prístrojové skupiny, celkovej prácnosti a ročného časového fondu pracovníka pre rok 2016, je výsledok 3,1 pracovníka pozitívnou hodnotou. Zobrazenie hodnôt je uvedené v tabuľke č. 3.

**Tabuľka 3** Potrebný počet pracovníkov pracoviska všetkých prístrojových skupín

Všetky prístroje		
Potrebný počet pracovníkov		
Ročný časový fond pracovníka	1875	Ph/rok
Celková prácnosť	5660,3	Ph/rok
Potrebný počet pracovníkov	3,01	3

V kapacitných výpočtoch je použitých len približne 70% z celkového počtu prístrojov patriacich do údržbového programu. Na základe tejto skutočnosti a výsledku potrebného počtu pracovníkov väčšieho ako 3 je predpoklad využitia 3 až 4 pracovníkov pre údržbové stredisko opráv leteckých prístrojov.

Druhou možnosťou rozšírenia údržby je pracovisko so zameraním na zástavby avioniky do palubných dosiek leteckej techniky. Vzhľadom na legislatívu a pravidlá Európskej agentúry pre bezpečnosť letectva môže takéto zásahy vykonávať len certifikované pracovisko. S modernizáciou leteckej techniky vzniká stále väčší dopyt po zmene prístrojového vybavenia dopyt po digitalizácií indikátorov, čo dáva predpoklad pre využitie takéhoto typu údržbového pracoviska. Príkladom modernizácie prístrojov je lietadlo typu Zlin Z-143 LSI v porovnaní so staršou verziou Z-142.

Ostatné alternatívy rozšírenia predstavujú zameranie aj mimo rozsah leteckého odvetvia, kde najmä v oblasti záchranných zložiek, vojenskej techniky či priemyslu musia spĺňať rovnako prísne požiadavky ako prístroje v leteckej technike.

## VII. ZÁVER

Výsledkom kapacitných výpočtov, ich analýzou a aplikovaním do návrhu riešením je záver s perspektívou rozšírenia údržby na letisku Žilina so zameraním na generálne opravy prístrojového vybavenia leteckej techniky, prípadne so zameraním na prístroje konštrukčne a funkčne podobné leteckým prístrojom v inom ako leteckom odvetví.

Výsledkom analýzy a výpočtov sú hodnoty, ktoré nezodpovedajú požiadavkám pre zriadenie pracoviska vzhľadom na jeho malé využitie. Napriek negatívnym výsledkom, aplikovaním iných návrhov do kapacitných výpočtov vznikli predpoklady pre vytvorenie komplexného pracoviska so zameraním na všetky prístrojové skupiny. Takto rozšírená údržba na letisku Žilina by poskytovala všetky výhody vyplývajúce z jeho zriadenia.

## References

- [1] PECHO, P. 2016. *Rozšírenie údržby lietadiel na letisku Žilina.* Diplomová práca. Žilina: Žilinská Univerzita v Žilina, Strojnícka fakulta, Katedra dopravnej a manipulačnej techniky. 2016. 78s.
- [2] BUGAJ, M. 2013. *Detekcia, analýza a klasifikácia porúch lietadiel na Žilinskej univerzite v Žiline.* Žilina, 18.-19.4.2013. - Žilina: Žilinská univerzita, 2013. - ISBN 978-80-554-0665-7. - S. 10-15.

# MAPPING OF COOPERATIVE SURVEILLANCE SYSTEMS USING SSR TRANSPONDER'S REPLIES ANALYZE

*Stanislav PLENINGER, Ing., Ph.D.*

Department of Air Transport, Faculty of Transportation Sciences, CTU in Prague, Czech Republic  
pleninger@fd.cvut.cz

*Tomáš LIPTÁK, Ing.*

Department of Air Transport, Faculty of Transportation Sciences, CTU in Prague, Czech Republic  
liptatom@fd.cvut.cz

**Abstract** – Secondary surveillance radars (SSR) form the backbone of cooperative surveillance infrastructure for civil air traffic service providers in Europe today. The paper presents a method which enables to detect the real SSR coverage redundancy for particular place of an airspace. The method is based on an analysis of passive reception of messages which are emitted by the onboard SSR transponder during fly over of the given space.

**Key words** – Secondary Surveillance Radar (SSR), Automatic Dependent Surveillance (ADS), Mode S.

## I. INTRODUCTION

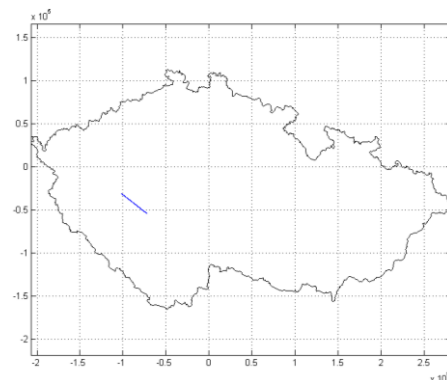
The ground surveillance infrastructure is one of the main pillars of modern ATM systems. But due to its increasing complexity and flexibility, there is more and more difficult to share all relevant information in the real time and to timely detect potential changes. For example, the information about the coverage redundancy or interrogation patterns in a particular place of an airspace may be considerably interesting. However, they are not easily accessible for all subject in the aviation community. The goal is to assess the real environment and propose a method of identifying the surveillance systems affecting the behavior of the SSR transponder at a specific region within the airspace. The paper describes the measurement and analysis enabling detection of the surveillance systems and their basic parameters by means of records of replies that were emitted by the SSR aircraft transponder.

## II. METHOD OF DATA ACQUISITION

Data which were used for the analysis, and of which results are presented in the following chapters, are based on the records from ground ADS-B receivers. More specifically, there were used low cost ADS-B receivers RADARCAPE owned by the Laboratory of ATM systems in Department of Air Transport, CTU in Prague Faculty of Transportation Sciences. The primary objective consists in obtaining a record of messages that are emitted by the on-board SSR transponder in a particular area of the airspace. The record has to be as complete as possible. Since the measurement uses the terrestrial receiver, obtaining a complete record is not an easy issue. This complication arises

from the fact that the ground receiver receives all signals (all messages) from all aircraft within the antenna radiation pattern. This may lead to the situations when two or more messages overlap within the receiver, which causes problems in decoding, i.e. errors in the decoded message content leading to the inability to identify the sending aircraft. [3, 4] One of the solutions to minimize the problem is to carry out the measurements during the air traffic troughs, i.e. at the time when the number of aircraft within the coverage of ground receiving stations is as small as possible. This approach was applied and therefore the datagrams were measured during the night times. Even so, it was necessary to verify the completeness of datagrams. (Datagram means the time sequence of received messages in this context.)

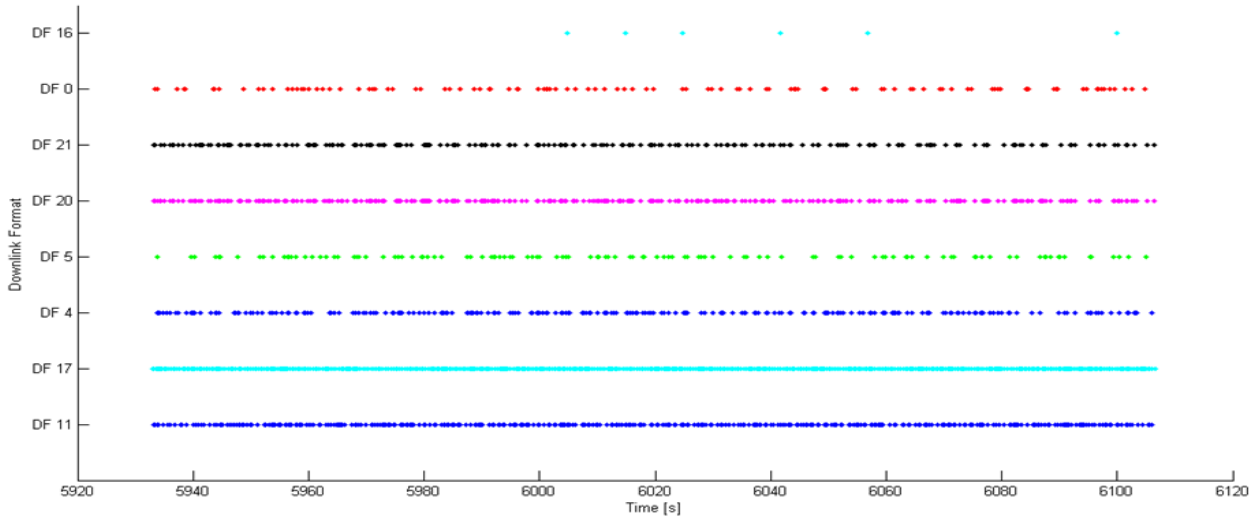
Checking the datagram completeness was based on verification of the number of received messages DF17. Specifically, there were used message types: Airborne Position Message (BDS 05<sub>16</sub>), Airborne Velocity Message (BDS 09<sub>16</sub>), and Aircraft Identification and Category Message (BDS 08<sub>16</sub>). For these messages the transmitting pattern is known and therefore we may determine how many of these messages should be present in the recorded datagram. The defined number of messages according to the DO260B document and the real number of messages captured during the measurement time for flight 4BD154 are summarized in Tab. 1. For illustrative purposes, the specific data will be presented by means of data record from flight with ICAO aircraft address 4BD154 in the following text. (The 4BD154 flight trajectory and captured message datagram are depicted in Fig. 1 and Fig. 2.)



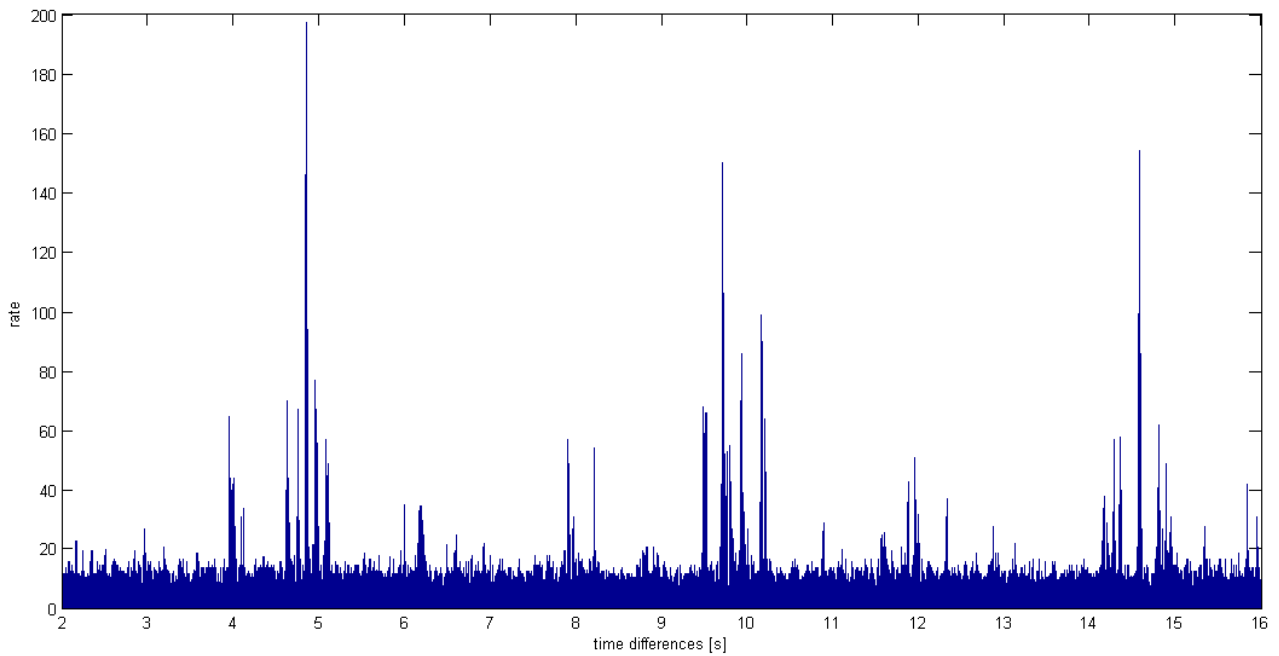
**Figure 1** – Flight 4BD154 in FL 400

**Table 1** – The number of DF 17 messages statistics for flight 4BD154

	TYPE code	The number of transmitted messages per 60 s (according to DO 260B)	The number of intercepted messages per 173 s	Average number of intercepted messages per 60 s
Airborne Position Message	9-18	120	341	118,27
Airborne Velocity Message	19	120	348	120,69
Aircraft Identification Message	1-4	12	35	12,14



**Figure 2** – Measured datagram for flight 4BD154

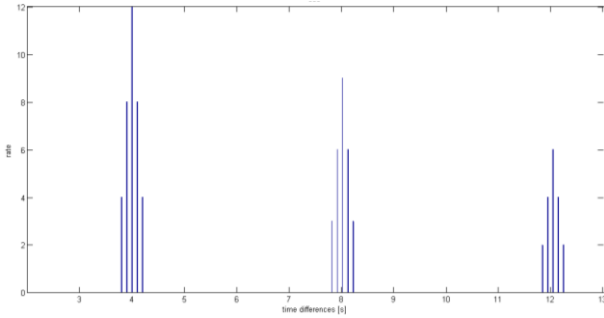


**Figure 3** – Histogram of count of time space between all replies pair combinations

### III. ANALYSIS BASED ON MESSAGES DF4, DF5, DF20, AND DF21

The identification of SSR surveillance infrastructure was based on analysis of datagrams that contain replies in formats DF4, DF5, DF20, and DF21. While DF4 and DF5 are short replies, DF20 and DF 21 are long replies. Both categories of replies may be emitted by on-board transponder as a response to standard interrogations from the ground radars depending on their interrogation patterns [2].

For the initial detection of the interrogation's periods associated with individual radars (SSR) within the datagrams (see Fig. 2), the time differences among each pairs of captured messages were counted. The result forms a matrix (rectangular array), where each element represents time difference. Number of matrix elements falling within each specified bin range were counted. The size of each bin (the space between left and right endpoints for each bin) was set on 0.001 second. Histogram (Fig. 3) presents the number of elements in each bin. If we zoom one of the peaks from the histogram in figure 3, we can see something which is more or less similar to the theoretical spectrum depicted in Fig. 4. The histogram in Figure 4 represents the theoretical spectrum that would be produced by a radar with a period of antennae rotation 4 s, wherein in each turn it would interrogate three roll-call answers. Thus it would elicit three replies from an aircraft during the main antenna beam sweep. Due to counting the time differences among all recorded replies there are another peaks in the multiples of the initial period. Simultaneously, there are more spectral lines around the position of the main period. The original periods appear to be slightly shifted in histogram (Fig. 3), which is caused by the movement of the aircraft relatively to the radar.



**Figure 4** – The ideal theoretical spectrum for one radar with a period of antennae rotation 4 s, and with 3 roll-call interrogations during one antenna beam sweep

### IV. TIME BASED DATAGRAM ANALYZE

In order to estimate the number of radars to which the aircraft was replying during the given time period, it is necessary to determine the interrogating periods that are detected mostly in the environment. This corresponds with the peaks shown in Fig. 3. Based on the presumption, that the radar interrogates the aircraft at least once per a main beam sweep, it is possible to identify the minor peaks in Fig.3 and reduce the original set to 99 possible radar periods only. Moreover, it should be pointed out that although the times are related to the reply arrivals and not to the interrogation arrivals, the time scale applied here enables to use it interchangeably.

The set of the 99 interrogating periods contains the most frequent time spaces between the replies. It may not necessarily imply that there is the same amount of the radars in the environment. The data include many additional combinations that are results of multiple radar interrogating during the main beam sweep, therefore the following steps facilitate the further identification.

The method is based on the elementary equation (Eq. 1) that expresses the time arrival with reference to period  $T$ , number of the rotation  $n$ , and the initial time  $t_0$ . The time reference frame is set with respect to the arrival time of the first element in the record. In other words, the first element in our time space matrix is considered to be a global zero time for the further analysis.

The arrival time of the interrogation from  $m$ -th radar can be expressed as follows:

$$t_{n,m} = n \cdot T_m + t_{0,m} \quad (1)$$

where  $t_{n,m}$  is time of arrival with respect to the time reference frame, in the  $n$ th turn of the  $m$ th radar and the initial interrogation time is at  $t_{0,m}$ . Value of the arrival time,  $t_{n,m}$ , can be found in the first row of the timespace matrix, however, the parameters on the righthand side of the equation cannot. Hence, in order to obtain them, we make use of the estimated periods for the environment marked  $T$ .

The procedure is based on dividing the arrival time by the value of the expected period (Eq. 2). If the period  $T$  matches the value  $T_m$ , the remainder from division is a constant value which is common to all elements generated by the same radar (Eq. 3). Mathematically, this illustrates the situation when the real period in which the element arrived was found by this method of trial and error. In such a case, the algorithm may stop and proceed to other yet undetermined elements.

$$T_m = T$$

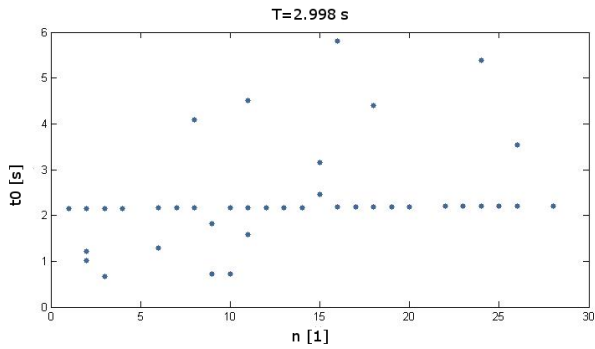
$$y_{m,T} = \frac{t_{n,m}}{T} = \frac{n \cdot T_m + t_{0,m}}{T} = \frac{n \cdot T + t_{0,m}}{T} = n + \left[ \frac{t_{0,m}}{T} \right] \quad (2)$$

$$y_{remainder,m} = \frac{t_{0,m}}{T} \quad (3)$$

Then, the initial time can be calculated back from the found remainder so as to express the members of the original radar equation (Eq.1). This is essential since different radars may be of the same interrogating periods, however, they may vary in the initial time (Eq. 7). Hence, the analysis described allows to identify both the primary interrogation periods as well as the number of radars. As shown in Figure 5, when the matching period is found, the values of the initial times oscillates around a constant value. The rest of the points that are not aligned with the line belong to another radar with a different period.

Using the analysis, there were 22 basic periods identified, all of which are listed in Table 2. Some of the results varies in the initial time  $t_0$  or periods very little and therefore they have to be inspected in a greater detail. Commonly, such results may likely describe the same radar, however, the algorithm have added them both. The verification is based on comparison of their periods whether or not they are multiples of the basic period. In case they are, then the particular results may be merged. Due to the limited size of the record, only periods less than 10 seconds are presented.





**Figure 5** –Illustration of the initial time oscillating closely around constant values  $t_0=2,120$  s in each beam sweep  $n$ , for the given period of  $T=2,998$  s.

**Table 2.** Values of identified periods and initial times of the radars

No	T	T <sub>0</sub>
1	1,992	0,736
2	1,999	0,156
3	2,998	2,120
4	3,955	0,290
5	3,955	3,260
6	3,984	2,722
7	4,105	1,616
8	4,959	0,008
9	4,959	4,955
10	5,000	1,769
11	5,000	4,780

No	T	T <sub>0</sub>
12	5,109	1,184
13	7,910	4,242
14	7,910	7,209
15	7,969	6,700
16	9,950	2,850
17	9,950	7,740
18	9,976	2,811
19	10,000	9,410
20	10,000	9,770
21	8,211	5,701
22	8,211	1,592

## V. CONCLUSION

This paper has proposed a method that has a potential for monitoring the surveillance infrastructure by analyzing the aircraft transponder replies. Although it is presented here with an emphasis on the possibility of assessing the radar coverage redundancy in the given region of the airspace, it is expected to be used also for determining the radars' positions in the future works. Furthermore, the aim is to apply the method on a greater area involving more aircraft, hence obtaining more data to describe airspace as a whole as well as to refine the results. Finally, the developed method may provide a compact characteristic of the environment, for example, of the Czech Airspace, in terms of the surveillance infrastructure.

## REFERENCES

- [1] RTCA DO-260B, Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B), 2 December 2009.
- [2] Reference ICAO Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation: “Aeronautical Telecommunications”, Volume IV: “Surveillance Radar and Collision Avoidance Systems”. 2014 Included Amendment no 89.
- [3] PIRACCI, E.G., GALATI, G., PETROCHILOS, N. & FIORI, F. 2009, "1090 MHz channel capacity improvement in the air traffic control context", International Journal of Microwave and Wireless Technologies, vol. 1, no. 3, pp. 193-199
- [4] VALOVAGE, E.M. 2009, "A method to measure the 1090 MHz interference environment", pp. 1.

# CONTRIBUTION OF HAZARD AND RISK MODELLING IN AIR TRANSPORT

*Vladimír Plos*

Department of Air Transport, CTU Prague, Faculty of Transportation Sciences, Czech Republic  
plos@fd.cvut.cz

*Peter Vittek*

Department of Air Transport, CTU Prague, Faculty of Transportation Sciences, Czech Republic  
xvittek@fd.cvut.cz

**Abstract** – This article is focused on risk assessment of individual processes in companies engaged in air transport. The first part of the article is a general introduction of hazards and risks in air transport, the second section describes how to search for hazards and risk assessment in individual processes and in the last part of the article contains possible risk assessment of operations. At the end of the article is mentioned usage of risk-based indicators.

**Key words** – Risk, Risk-Based Indicator, Hazard, Aviation, Safety, FTA, Fault Tree Analysis, EDS, Event Sequence Diagrams.

## I. INTRODUCTION

Development of aviation safety in recent years steps a way forward due to dramatic development in the new modern approaches to safety assessment. Newly, safety indicators are widely implemented in aviation safety which helps to monitor deviations from standard procedures that may have ultimately fatal consequences. An integral part of the safety evaluation is an ongoing hazard identification in operational processes, constant search for possible deviations that have the potential to make the situation escalated into a safety event. Each safety manager must therefore know how to find such hazards and how to assess the risks involved.

## II. HAZARDS IN AVIATION

Hazards in aviation is meant as the occurrence of such a situation, which may indicate potential to realize deviations from normal operation - from the procedure, on which the system was designed, e.g. crosswind on the runway, but also increasing number of drones in the hands of private/amateur operators who flies near airports. To identify the hazards Safety Manager may use different available resources. These sources are external and internal. Internal resources are the results of different events investigations within the company, or results of audits carried out by the company itself. External sources are investigations reports of accidents, the results of audits carried by the national authority,

or other companies experiences exchanged in the sharing of safety information.

## III. ACCIDENT SCENARIO APPROACH

One of the approaches used to identify potential hazards and consequent risk assessment is based on a creating of accident scenarios. In other words, by this approach safety manager is trying to discover all possibilities how may the process deviate from standard procedures and practices. This approach uses a method called Fault Tree Analysis (FTA). This principle is widely used in a field of the nuclear energy, where is used since time, when there was a growing number of incidents and accidents at nuclear power plants. After applying this principle there were some avoidance of the realization of many hazardous events still in their early time due to the fact that the danger was detected early and it was able to respond to it soon.

The scenario is a chronological list of events leading to the realization of the incident, eventually accident. Realization of the event is caused by failure of the layers, respectively multiple layers of defence, which should prevent the occurrence of the event. Principle of defences against undesirable phenomena was described by prof. James Reason.

Many accidents have at a closer look many of the same circumstances. Typical representatives are e.g. the loss of control in flight after not removing the snow and ice on the wings, loss of control in flight while attempting to take off with wings contaminated by ice and snow, runway overrun after landing behind touch down zone respectively after tailwind or crosswind landing. These circumstances prior to the accident are known as "Pivotal Events". Such a scheme Accident Scenario Approach is in figure 1.

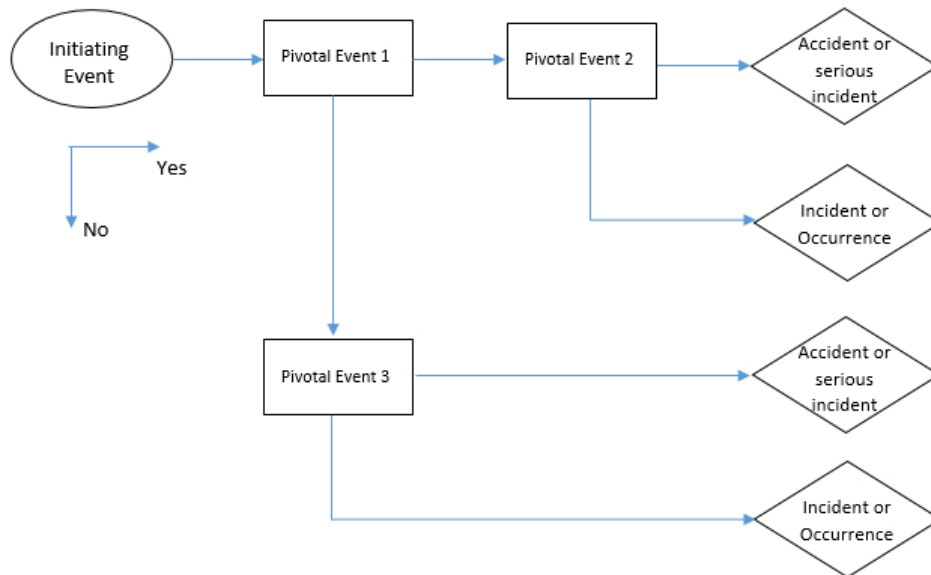


Figure 1-Event Sequence Diagram

To the Initial Event but also to the each Pivotal Event can be assigned more Fault Tree root causes of the event, which includes a list of all possible sub-events, conditions for their realization, interconnection, etc., So that the result is the realization of Pivotal event. Example of Fault Tree for specific

Pivotal Event is shown in Figure 2, where the combination of the sub-events will result in fire/smoke in the aircraft.

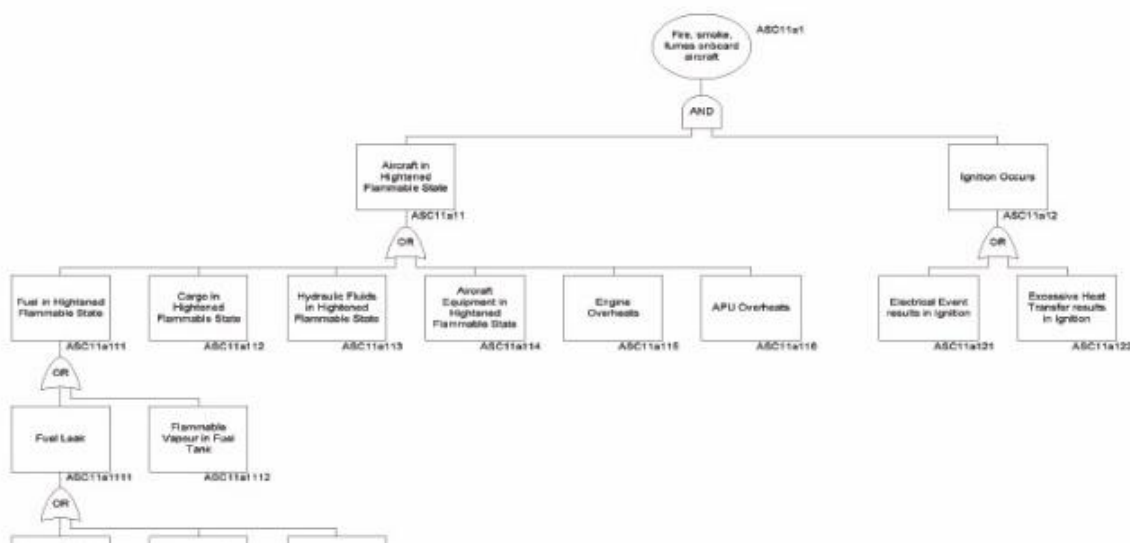


Figure 2 - Fault Tree diagram for specific occurrence (Fire)

#### IV. SAFETY INDICATORS

The above-mentioned sub-events that lead to the realization of top events are the result of deviation from standard procedures - both in terms of technology or in terms of human error. If the company will introduce a system to monitor these variations, we can say that we are introducing a system of safety indicators in company. When will the event be further evaluated in terms of their frequency and level of contribution to the development of Occurrence to top events, we get into field of so called Risk-based indicators.

#### V. RISK-BASED INDICATORS

Risk-based indicators are used by Safety Manager to ensure an overview of the risks. The concept of risk-based indicator is meant as indicator which not only monitors occurrences of the events, but it is focused on changes of the risk of the operation measurement. E.g. as it increases the risk of the runway overrun when grows the number of landings behind touchdown zone, tailwind landings etc. Thanks to the fact that all

risks (in the diagram mentioned above) that lead to the top events are evaluated, facilitating the process adopting of safety measures which is based on an assessment of risk changes.

## VI. CONCLUSION

The modern approach to safety requires new methods to allow for appropriate personnel detailed insight into the whole issue. This brings us to model not only the processes themselves, as they should be carried out properly, but mainly deviations from the correct functioning, i.e. Accident scenarios. Using these accident scenarios is then possible to assess the risk of individual sub-events and their influence not implement elite event and the information used for making risk-based indicators.

## ACKNOWLEDGMENT

This paper was supported by the Grant Agency of the Czech Technical University in Prague, grant No. SGS15/172/OHK2/2T/16

## REFERENCES

- [1] ØIEN, K. Risk indicators as a tool for risk control. *Reliability Engineering and System Safety*. 2001, vol. 74, p. 129-145.
- [2] ROELEN, A.L.C., J.G. VERSTRAETEN, L.J.P. SPEIJKER, S. BRAVO MUNAZ, J.P. HECKMANN, L. SAVE a T. LONGHURST. *Risk Models and accident scenarios in the total aviation system*. 2014. Available at: [https://www.ascos-project.eu/downloads/ascos\\_paper\\_roelen.pdf](https://www.ascos-project.eu/downloads/ascos_paper_roelen.pdf)
- [3] *GUIDANCE ON DEVELOPING SAFETY PERFORMANCE INDICATORS related to Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*. Paris: ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 2008.
- [4] AUTHORITY, Approved by the Secretary-General and published under his. *Safety management manual (SMM)*. 3rd ed. Montréal, Québec: International Civil Aviation Organization, 2013. ISBN 978-92-9249-214-4.
- [5] Kraus, J., Štumper, M., NĚmec, V.: Safety study for not complying with regulations. *Selected Risks of Business Processes – Proceedings*. 2015. pp. 39-45. Online. ISBN 978-80-01-05831-2 [cit. 2016-06-09]. Available from: <http://rpp2015.fvtm.ujep.cz/files/sbornik5en.pdf>
- [6] Roelen, A.L.C., Wever, R. (2005). Accident scenarios for an integrated aviation safety model, NLR-CR-2005-560, NLR Amsterdam.
- [7] LALIŠ, A. Safety Performance as the Means of Establishing Predictive Safety Management. In: *Aeronautika 15*. Aeronautika 15. Lublin, 15.10.2015 - 16.10.2015. Lublin: Lublin University of Technology. 2015, pp. 32-36. ISBN 978-83-7947-149-2.
- [8] STOJIC, S. and JANACEK, M. Airport Ground Operations Risks and Establishment of the Safety Indicators [online]. *MAD - Magazine of Aviation Development*. 2016, 4(19), pp. 14-18. ISSN 1805-7578. Available from: <https://ojs.cvut.cz/ojs/index.php/mad/article/view/3763/3626>
- [9] HULÍNSKÁ, Š., NĚMEC, V., and SZABO, S. Regulation for aviation safety [online]. *Interdisciplinarity in Theory and Practice*. 2016, 2016(10), pp. 38-41. ISSN 2344-2409. Available from: <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://itpb.eu/pdf/2016-2/8-Hul%C3%ADnsk%C3%A1+%C5%A0.+N%C4%9Bmec+V.+Szabo+S..pdf&wmode=transparent>

# ŠPECIÁLNE POŽIADAVKY PRE SPRACOVANIE NEBEZPEČNÝCH ZÁSIELOK

## SPECIAL REQUIREMENTS FOR THE PROCESSING OF DANGEROUS ITEMS

**Ing. Ján Rostáš, PhD.**

Katedra leteckej dopravy, Žilinská univerzita v Žiline, Slovenská republika  
jan.rostas@fpedas.uniza.sk

**Abstract** – Handling Procedures for dangerous goods transportation. Special training, certification, classification, packaging and labelling of the shipments. Intro for airport and handling agents implementing IATA and UN (ICAO) standards and regulations.

**Key words** – dangerous goods, IATA, ICAO, Airwaybill, safety, protection, identification, handling

### I. ÚVOD

Pri spracovaní zásielky nebezpečného tovaru, ktorý má byť prepravený leteckou dopravou je potrebné dodržiavať špeciálne požiadavky okrem bežných legislatívnych podmienok. V súvislosti s týmito požiadavkami poznáme tri najdôležitejšie dokumenty stanovujúce podmienky, pri ktorých tovar môže byť prijatý na prepravu:

- ICAO ANNEX18 letecká preprava nebezpečného nákladu
- IATA DGR manuál (aktuálne vydanie)
- Norma predpisu nariadenia Európskej komisie č.965/2012
- Technické inštrukcie pre bezpečnú prepravu nebezpečného tovaru vzduchom ICAO doc. 9284

Tieto dokumenty sú základom pri preprave nebezpečného tovaru, definujú základné pojmy, členia nebezpečný tovar, stanovujú postupy pre balenie, označovanie a manipuláciu, udeľovanie výnimiek, podmienky pre minimálny požadovaný výcvik personálu a všetko ostatné potrebné k tomu, aby mohol byť prepravený nebezpečný náklad. Je potrebné si uvedomiť, že predpisy sú v tomto smere nekompromisné a prevádzkovateľ nesmie prepravovať nebezpečný tovar, ak na to nie je schválený príslušným leteckým úradom. Schválenie môže byť jednorazové, alebo trvalé. Predtým, ako by mal byť prevádzkovateľ schválený, by mal uistiť príslušný letecký úrad o tom, že má zabezpečený dostatočný výcvik a má stanovené postupy na zabezpečenie bezpečnej manipulácie s nebezpečným tovarom vo všetkých fázach leteckej prepravy.)

### II. ZADEFINOVANIE TRIED PODEA DANGEROUS GOODS REGULATION

HE Pod označením nebezpečný tovar sa rozumejú látky a predmety ktoré svojou podstatou, svojimi vlastnosťami, resp.

svojim zložením pri pohybe ohrozujú svoje okolie, resp. prostredie, obzvlášť zdravie a životy ľudí, zvierat.

**Tabuľka 1 - Triedy a divízie nebezpečného tovaru**

Trieda	Podskupina (divízia)	Popis		
1	Výbušniny	1.1	Väčšinu výbušnín je úplne zakázané prepravovať v civilných lietadlách. Prepravovať spoločne s cestujúcimi je možné iba výbušniny skupiny 1.4S – RXS a to za podmienok stanovených v Technických inštrukciách (ICAO doc. 9284)	
		1.2		
		1.3		
		1.4		RXS
		1.5		
		1.6		
2	Plyny	2.1	RFG Horľavé plyny (flammable gases)	
		2.2	RNG Nehorľavé plyny (non-flammable gases)	
			RCL Netoxické plyny (non-toxic gases)	
		2.3	RPG Toxické plyny (toxic gases)	
3	Tekuté horľaviny	RFL Horľavé (flammable liquids)		
4	Pevné horľaviny	4.1	RFS Pevné horľavé látky (flammable solids)	
		4.2	RSC Náchylné k samovznieteniu (liable to spontaneous combustion)	
		4.3	RFW Pri styku s vodou vylučujú horľavé plyny (Substances which in contact with water, emit flammable gases)	
5	Oxidačné látky	5.1	ROX Oxidačné látky (oxidizing substances)	
		5.2	ROP Organické peroxidy (organic peroxides)	
6	Toxické a infekčné látky	6.1	RPB Toxické látky (toxic substances)	
		6.2	RIS Infekčné látky (infectious substances)	
7	Rádioaktívny materiál	Kategórie	I	RRW
			II	RRY
			III	RRY
8	Žieraviny	RCM Žieraviny (corrosive material)		
9		RMD Anestetiká (anesthetics)		

Iný nebezpečný materiál	RSB	Polystyrénové granule (polymeric granules)
	ICE	Suchý ľad (dry ice)
	MAG	Magnetický materiál (magnetic material)

Z toho nám teda vyplýva, že môžeme prepraviť v jednom balíku maximálne 10 balení látky s označením E3.

**Limitované množstvo (LQ)**, je také, ktoré je možné prepravovať za podmienky, že v danom množstve nepredstavuje nebezpečenstvo, avšak takáto zásielka musí mať vypísanú dokumentáciu na prepravu nebezpečného tovaru a musí byť označená podľa pravidiel IATA DGR manuálu.

**Letecká pošta:** univerzálny dohovor poštovej únie zakázal prepravu akéhokoľvek nebezpečného tovaru okrem výnimiek, ktoré však musia spĺňať všetky náležitosti spojené s ich prepravou ako nebezpečného tovaru. Medzi tieto výnimky patria:

- Lekárske vzorky od pacientov, biologické alebo infekčné látky spolu so suchým ľadom, ktorý je použitý ako zdroj chladu.

- Lítiové a lítium-iónové batérie

- Rádioaktívny materiál, ktorý však nesmie prekročiť desatinu povoleného TI

**Zásielky dopravcu:** v prípade, že je prepravovaný nebezpečný tovar ako zásielka dopravcu, je takúto zásielku možné posudzovať dvoma spôsobmi. V prvom prípade sa jedná o inak nebezpečný tovar, ktorý sa nachádza na palube lietadla ako jeho súčasť jeho výbavy, je mu udelená výnimka, avšak musí spĺňať kritéria stanovené IATA. Jedná sa napríklad o hasiace prístroje, chladiace agregáty, vyvíjače kyslíka, alebo nafukovacie šmykľavky (emergency slides). V druhom prípade sa jedná o nebezpečný tovar, ktorý nie je súčasťou výbavy lietadla, avšak dopravca je nútený ho prepraviť pre vlastnú potrebu. Môže sa jednať aj o náhradné súčiastky do iného lietadla, v takomto prípade však tovar podlieha všetkým reguláciám a podmienkam stanovených v IATA DGR.

Keďže sa vo svete čím ďalej tým častejšie využíva kombinovaná doprava, predpisy týkajúce sa nebezpečného tovaru boli zjednotené. Preto je vo všeobecnosti, nech sa jedná o akýkoľvek druh dopravy, nebezpečný tovar roztriedený do deviatich základných skupín, pričom každá kategória má svoje podskupiny. Látky v skupinách majú svoje osobitné označenie, ktoré im bolo pridelené podľa tzv. orange book, ktorá bola vydaná OSN a obsahuje UN (United Nations) kódy jednotlivých látok, ktoré ich explicitne identifikujú. Počet nebezpečných látok je niekoľkonásobne väčší ako je počet identifikačných kódov. Tento rozdiel je zapríčinený tým, že viac chemických látok nesie rovnaké UN číslo, pretože ich charakteristické vlastnosti a zloženie je takmer identické (napr. alkoholy UN 1987). Jednotlivé triedy podľa IATA DGR sú zjednodušene popísané v tabuľke 1.

IATA DGR definuje a rozdeľuje nebezpečné látky do jednotlivých kategórií. Taktiež určuje aj výnimky, ktoré sú úplne vylúčené z prepravy, alebo ktoré sa môžu prepravovať za zvláštnych podmienok, ako napríklad v limitovanom množstve (limited quantity), alebo v malom množstve (excepted quantity). Okrem toho bližšie špecifikuje prepravu nebezpečného tovaru s leteckou poštou, či ako majetok dopravcu (company cargo).

Malé množstvo (EQ) je také množstvo nebezpečného tovaru, ktoré nepredstavuje hrozbu a je možné ho prepravovať aj bez toho, aby bola vypísaná potrebná dokumentácia, balenie alebo nakládka ako pri bežnom nebezpečnom tovare. Látky sa pri malých množstvách delia do šiestich kategórií od E0 po E5 a sú zoradené v tabuľke 2) aj so stanovenými hmotnostnými a objemovými kritériami pri ktorých je možné tento tovar prepravovať. Samozrejme je nutné ho označiť špeciálnou značkou, aby bolo jednoznačne identifikovateľné, že ide o prepravu malého množstva nebezpečného tovaru. Available complex collision avoidance systems.

**Tabuľka 2:** Kritéria množstva na EQ prepravu

EQ kód	Maximálna netto hmotnosť pre vnútorný obal	Maximálna netto hmotnosť pre vonkajší obal
E0	Nepovolené ako malé množstvo	
E1	30g / 30ml	1kg / 1l
E2	30g / 30ml	500g / 500ml
E3	30g / 30ml	300g / 300ml
E4	1g / 1ml	500g / 500ml
E5	1g / 1ml	300g / 300ml

V prípade požiadavky na prepravu látky v malom množstve, ktorá je označená ako E3, musí byť v jednom balení najviac 30g tejto látky a spolu vo vonkajšom obale najviac 300g.

### III. SPÔSOB OZNAČOVANIA A BALENIA

Zásielka s nebezpečným tovarom musí byť riadne označená a zabalená. Zásielka sa označuje UN kódom, ktorý jasne definuje o aký druh nebezpečného tovaru sa jedná. Balenie nebezpečného tovaru je veľmi dôležité hlavne z dôvodu, že obal by mal chrániť posádku, cestujúcich, ostatné zásielky a aj samotné lietadlo pred nebezpečenstvom, ktoré vyplýva z druhu nebezpečného tovaru. Preto každý nebezpečný tovar sa zaraďuje do určitej obalovej triedy podľa ktorej je zvolený vhodný obal. Obaly musia podliehať daným normám a štandardom, musia byť certifikované a testované, aby sa overila ich schopnosť ochrániť okolie pred samotným nebezpečným tovarom, ktorý je v nich zabalený. Zásielka musí byť označená tabuľkami a značkami podľa druhu nebezpečného tovaru. Za správnu identifikáciu, balenie a označenie zásielky zodpovedá odosielateľ. Prevádzkovateľ je však povinný vykonať všetky príslušné opatrenia, aby zabezpečil balenie, označenie a štikovanie tak, ako je vymedzené v technických inštrukciách manuálu IATA DGR.

### IV. UN KÓDY

UN kód, alebo tiež identifikačné číslo látky, predstavuje číslicu, ktorá identifikuje nebezpečnú látku. Tieto kódy boli vytvorené Organizáciou spojených národov (OSN),

preto sa v praxi nestretáme s rozdielnym číslovaním tej istej látky. Každá zásielka obsahujúca nebezpečný tovar musí byť označená identifikačným číslom na vonkajšej strane obalu. Toto číslo musí byť tiež zaznamenané v prehlásení odosielateľa o preprave nebezpečného tovaru (angl. Shipper's Declaration for Dangerous Goods). UN kódy je možné rozdeliť do štyroch kategórií podľa toho, ako označujú druh nebezpečného tovaru:

- Samostatné položky, ktoré presne definujú nebezpečné látky alebo predmety, napr. *isopropyl butyrate* s označením UN 2405
- Generické položky pre presne definované skupiny látok alebo predmetov, napr. *maliarske farby* s označením UN 1263 alebo *lepidlá* s označením UN 1133
- Špecifické položky obsahujúce skupiny látok alebo predmetov určitej chemickej alebo technickej povahy, napr. *chladiace plyny* s označením UN 1078 alebo *zlúčeniny selénu* (pevné skupenstvo) s označením UN 3283
- Všeobecné položky obsahujúce skupiny látok alebo predmetov, ktoré spĺňajú kritéria jednej alebo viacerých tried, alebo podskupín napr. *žieravé tuhé látky* UN 1759, alebo *toxické organické tekutiny* s označením UN 2810

UN identifikačné číslo môže byť doplnené o slovo zmes alebo roztok a to v takom prípade, ak sa prepravuje nebezpečný tovar, ktorý pri svojej výrobe alebo technickom spracovaní nie je chemicky čistý a musí byť takto označený.

## V. ZNAČKY A TABUĽKY

Odosielateľ je povinný pre každý balík alebo obal skontrolovať, či sú použité všetky potrebné značky a tabuľky ktoré zásielka vyžaduje, či sú v správnom vyobrazení, adekvátnej kvalite a správne umiestnené. Zo zásielky musia byť odstránené všetky tabuľky a značky, ktoré sú irelevantné, nové značky musia byť umiestnené na takom mieste, aby boli dobre viditeľné a nezakrývala ich žiadna časť zásielky. Značky a tabuľky musia byť v takej kvalite, aby odolali vonkajším vplyvom počasia, neodliekali sa alebo sa nezotierali, boli dobre čitateľné a kontrastné. Použitý jazyk na značkách a tabuľkách musí byť v angličtine, v prípade žiadosti môže byť ako doplnujúci jazyk použitý jazyk štátu pôvodu zásielky. Pre účel tohto článku sú značky pre zjednodušenie rozdelené do dvoch skupín. Prvou skupinou sú bezpečnostné značky a druhou sú všetky ostatné značenia. Väčšinou majú rozmery 100 x 100 mm a sú zhotovené v tvare kosoštvorca. Okrem týchto značiek musí byť zásielka označená aj menom a presnou adresou prepravcu a v prípade, ak je to nutné by mala byť uvedená na zásielke aj hmotnosť.

## VI. BALENIE

Vo všeobecnosti, okrem pár výnimiek, je zakázané prepravovať tovar v ULD (Unit Load Devices) kontajneroch. Niektoré obaly na nebezpečný tovar sa dajú používať opakovane, v takom prípade je však potrebné odstrániť všetky označenia z predchádzajúcej prepravy.

V tabuľke 2 sú uvedené možnosti značenia obalov podľa príslušných požiadaviek manuálu IATA DGR.

**Tabuľka 2** - Vyobrazenie možností značenia v certifikačnom kóde

Označenie	Popis		
Typ balenia	1 a 2 – Sudy, 3 – Kanistre, 4 – Debny, 5 – Vrecia ,6 – Kompozitné obaly		
Materiál	A – Oceľ, B – Hliník, C – Prírodné drevo, D – Preglejka, F – Drevovláknité materiály, G – zvlášť pevná lepenka, H – Plast, L – Textil, M – Papier, N – Kovy iné ako oceľ a hliník, P – Sklo, porcelán		
Kategória	1 – uzatvorený obal 2 – otvorený obal		
Obalová skupina	X – Obalová skupina I, II a III	Y – Obalová skupina II a III	Z – Obalová skupina len III
Hmotnosť alebo merná hmotnosť	Hmotnosť – Pevné látky alebo obaly, ktoré majú vnútorný obal musia byť označené s maximálnou celkovou hmotnosťou v kilogramoch		
	Merná hmotnosť – Samostatne stojace obaly konštruované pre kvapalné látky musia byť označené hustotou zaokrúhlenou na dol na jedno desatinné miesto		
Tuhé látky alebo vnútorné obaly	Tuhé látky – za veľkým písmenom "S" by mala nasledovať hmotnosť		
	Kvapaliny – mal by sa tu nachádzať hydrostatický skúšobný tlak v kPa zaokrúhlený nadol na najbližších 10 kPa.		
Rok výroby	Posledné dve číslice roku označujúce kedy bol obal vyrobený		
Miesto výroby	Krajina pôvodu, kde bol obal vyrobený		
Kód výrobcu	Kód výrobcu, ktorý bol pridelený OSN		

Obaly sa delia do troch základných skupín:

- I ...veľmi nebezpečné látky
- II ...stredne nebezpečné látky
- III ...málo nebezpečné látky

V zozname nebezpečných látok potom môžeme nájsť vedľa každej látky rímsku číslicu, ktorá danú látku zaraďuje do jednej z troch obalových skupín.

Obaly sú dôležitou súčasťou pri preprave nebezpečného tovaru a preto je na ich kvalitu kladený veľký dôraz. OSN certifikuje obaly na prepravu nebezpečného tovaru, tieto obaly sa musia podrobiť rôznym skúškam a testom ako napríklad: skúška pádom, skúška tesnenia, stohovací test, hydraulický test (vnútorný tlak), odolnosť voči chladu a vlhkosti. Pre všetky tieto

skúšky sú stanovené presné postupy a parametre na ich vykonávanie.

## VII. MANIPULÁCIA S NEBEZPEČNÝM TOVAROM

Pri manipulácii s nebezpečným, alebo normálnym tovarom sa stretávame s pojmom handling alebo handlingový agent. Tieto pojmy vyjadrujú pozemnú obsluhu, alebo personál zabezpečujúci nakládku a vykládku. Je potrebné si uvedomiť, že nech manipuláciu vykonáva akýkoľvek subjekt, za všetky manipulačné operácie zodpovedá letecký dopravca. Ten je povinný zabezpečiť, aby jeho personál, ale aj zmluvní partneri, ktorý vykonávajú pozemnú obsluhu, mali dostatočné školenia a výcvik.

Pri nakladaní tovaru do lietadla, musí dopravca zabezpečiť, aby tovar bol chránený pred poškodením a samovoľným pohybom. Rovnako sa musí dbať na to, aby boli pri nakládke a vykládke nebezpečného tovaru dodržiavané všetky požiadavky pre manipuláciu a nedošlo k poškodeniu zásielky či obalu. V žiadnom prípade sa tovar nemôže naložiť do kabíny, kde by bol prepravovaný spolu s cestujúcimi. Pri nakládke sa musí dbať na to aby všetky označenia pre manipuláciu ako napr. orientačné šípky, boli čitateľne viditeľné z pohľadu zo všetkých strán obalu zásielky.

**Tabuľka 3- segregáčna tabuľka**

Kategória	1 okrem 1.4S	1.4S	2	3	4.2	4.3	5.1	5.2	8
1 okrem 1.4S	Z	O	X	X	X	X	X	X	X
1.4S	O	-	-	-	-	-	-	-	-
2	X	-	-	-	-	-	-	-	-
3	X	-	-	-	-	-	X	-	-
4.2	X	-	-	-	-	-	X	-	-
4.3	X	-	-	-	-	-	-	-	X
5.1	X	-	-	X	X	-	-	-	-
5.2	X	-	-	-	-	-	-	-	-
8	X	-	-	-	-	X	-	-	-

### Legenda:

**X** nutná segregácia.- môžu byť naložené spolu.

**Z** môžu byť naložené spolu, len výbušniny rovnakej podskupiny.

**O** môžu byť naložené spolu so všetkými podskupinami okrem A a L.

Skladovanie nebezpečného tovaru, je možné len ak nie je bezprostredne ohrozená bezpečnosť skladu. Skladovanie niektorých kategórií tovaru ako napríklad, rádioaktívneho a štiepneho materiálu, organických peroxidov a samovoľne reagujúcich materiálov si vyžadujú špeciálne požiadavky. Pri skladovaní je potrebné dbať na to, aby vedľa seba neboli uskladnené dva typy nebezpečného tovaru, ktoré by mohli spolu reagovať. K tomuto účelu slúži segregáčna tabuľka (tabuľka 3).

Skupiny, ktoré sa v tabuľke 3 nenachádzajú, nepodliehajú požiadavkám segregácie.

## VIII. LETECKÝ NÁKLADNÝ LIST - AIRWAYBILL

Základným a najdôležitejším dokumentom v leteckej preprave tovaru je letecký nákladný list – Air Waybill (AWB), ktorý vystavuje ho dopravca alebo jeho agent. Letecký nákladný list je dokladom o uzavretí zmluvy pre leteckú nákladnú dopravu medzi odosielateľom a leteckým dopravcom. Podľa Varšavskej dohody sprevádza zásielku z letiska odoslania až na letisko určenia. Nákladný list neplní len zmluvnú funkciu o uzavretí prepravnej zmluvy, ale plní aj ďalšie funkcie, ako potvrdenie o prijatí zásielky, príkaz ako nakladať so zásielkou a príkaz prepravnej cesty, colnej deklarácie, účtovný doklad, doklad o odoslaní zásielky a doklad o poistení tovaru. Každý AWB musí byť v oboch horných rohoch označený trojčíselným kódom dopravcu a sériovým číslom AWB. Letecký nákladný list sa vyhotovuje v 3 origináloch a 6 kópiách. Všetky tri originály majú rovnakú platnosť a na zadnej strane majú vytlačené podmienky prepravnej zmluvy a poznámku týkajúcu sa obmedzenia zodpovednosti dopravcu. Dopravca môže doplniť tento počet ďalšími piatimi kópiami pre potreby dopravcov zúčastnených na preprave zásielky.

## IX. VÝCVIK PERSONÁLU

Ako už bolo vyššie spomenuté, letecký dopravca zodpovedá za to, aby mal pozemný personál vhodný výcvik a školenia. Prevádzkovateľ je teda povinný zaviesť a udržiavať výcvikové programy zamestnancov požadované technickými inštrukciami a schválené príslušným leteckým úradom. Podľa toho, či prevádzkovateľ má, alebo nemá trvalé schválenie na prepravu nebezpečného tovaru sa rozlišujú aj podmienky a rozsah potrebného výcviku na pozemný personál.

Prevádzkovatelia, ktorí nemajú trvalé schválenie na prepravu nebezpečného tovaru, sú povinní zabezpečiť, aby boli všetci zamestnanci zapojení do manipulácie s bežným nákladom vycvičení vo výkone ich povinností so zreteľom na nebezpečný tovar. Tento výcvik musí byť v takom rozsahu, aby si účastníci uvedomovali riziká spojené s nebezpečným tovarom a dokázali ho rozpoznať. Ostatný personál, ako napríklad členovia posádok, zamestnanci odbavujúci cestujúcich a bezpečnostní zamestnanci vykonávajúci kontroly, by mali absolvovať výcvik v takom rozsahu, aby získali vedomie rizík spojených s manipuláciou a prepravou nebezpečného tovaru a schopnosť tieto riziká rozpoznať. Nevyhnutná je aj znalosť požiadaviek a predpisov platných pre prepravu takéhoto tovaru.

Prevádzkovatelia s trvalým schválením na prepravu nebezpečného tovaru sú povinní zabezpečiť, aby zamestnanci preberajúci nebezpečný tovar na prepravu boli spôsobilí k takýmto úkonom a dokázali kvalifikovane rozhodnúť o prevzatí, alebo odmietnutí takéhoto tovaru. Členovia posádky a ostatní zamestnanci dopravcu vykonávajúci manipuláciu s nebezpečným tovarom musia mať dostatočný výcvik na vykonávanie ich povinností. Zároveň je nutné, aby si uvedomovali možné riziká spojené s nebezpečným tovarom a podľa toho s ním aj dokázali manipulovať, nakladať ho a prepravovať v lietadle. Okrem toho sa vyžaduje, aby prevádzkovateľ zabezpečil všetkým zamestnancom aj handlingovým agentom, ktorí prichádzajú do



styku s nebezpečným tovarom a pre ktorých je takýto výcvik potrebný, aby tento výcvik absolvovali v pravidelných - nie dlhších ako dvojročných intervaloch. Prevádzkovateľ je povinný viesť záznamy o takomto výcviku u všetkých zamestnancoch, ktorý sa na ňom zúčastnili.

## X. ZÁVER

Účelom tohto článku je priblíženie problematiky prepravy nebezpečných vecí v leteckej doprave. Dôležité poznatky o medzinárodných organizáciách, legislatíve a právnej úprave sú len zlomkom toho, čo by mali zmluvné strany (dopravca, prepravca, handlingový agent, zasielateľ) poznať a podľa čoho by sa mali riadiť. Pre zabezpečenie bezpečnej prepravy je nutné nebezpečný náklad správne klasifikovať, zabaliť, vystaviť sprievodnú dokumentáciu a manipulovať s ním. Letecká doprava je špecifická v otázke prepravy nebezpečných vecí. Na základe porovnaní s inými druhmi dopravy a ich výstupov je evidentné, že letecká doprava podlieha tým najprísnejším

podmienkam. Preprava nebezpečných vecí leteckou dopravou je komplexný a komplikovaný proces. Cieľom tohto článku je poukázať na zložitosť postupov DGR a priblížiť niektoré používané procesy.

## REFERENCIE

- [1] IATA, Dangerous Goods Regulations (DGR) 2014. [Online] Dostupné na internete: <http://www.iata.org/whatwedo/cargo/dgr/Pages/download.aspx>
- [2] ICAO, C., 2015. ANNEX 18. [Online] Dostupné na internete: <http://www.icao.int/safety/DangerousGoods/Pages/annex-18>.
- [3] Predpis L18. Letecký zákon. [Online] Dostupné na internete: <http://letectvo.nsat.sk/bezpecnostna-ochrana-civilneho-letectva/bezpecna-preprava-nebezpecneho-nakladu-letecky/legislativa/predpis-118-letecky-zakon/>

# ČLENSTVO V LETECKÝCH ALIANCIÁCH A SYSTÉM ICH RIADENIA

MEMBERSHIP AIRLINE ALLIANCES AND SYSTEMS OF THEIR MANAGEMENT

**doc. Ing. JUDr. Alena Novák Sedláčková, PhD.**

Katedra leteckej dopravy, fakulty PEDAS, Žilinskej univerzity v Žiline, Slovakia  
e-mail: Alena.Sedlackova@fpedas.uniza.sk

**doc. Ing. Pavol Kurdel, PhD.**

Katedra avioniky, Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Slovakia  
e-mail: pavol.kurdel@tuke.sk

**Ing. Boris Mrekaj**

Katedra avioniky, Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Slovakia  
e-mail: boris.mrekaj@tuke.sk

**Abstract.** - *This article is about membership in the global airline alliances and the system of management. The establishment of global airline alliances is very closely related to globalization and liberalization of the air transport market and the question is: „What does it mean the membership in the alliance?“*

**Key words** – cooperation of the airlines, global airline alliance, membership, management

## I. ÚVOD

Tento článok sa zaoberá problematikou vzťahu medzi leteckými spoločnosťami a aliančným zoskupením. Čo vlastne „členstvo“ v leteckej aliancii znamená? Aké záväzky z neho pre letecké spoločnosti plynú? Vzniká členstvom v aliancii pre leteckú spoločnosť konkurenčná výhoda alebo je to tak ako tvrdí Michael Porter „len vhodný nástroj pre rozšírenie alebo posilnenie konkurenčnej výhody leteckých spoločností a len zriedka by mohlo byť vhodným prostriedkom na jej vytvorenie?“ [1]

To potvrdzuje aj historická skúsenosť, kedy pôvodne bol súčasťou globalizačnej myšlienky aj fakt, že letecké spoločnosti, ktoré nebudú členom žiadnej zo vznikajúcich leteckých aliancií postupne zaniknú, pretože nebudú konkurencie schopné. Túto ideu je možné v súčasnosti vyvrátiť na základe faktu, že jednou zo spoločností, ktorá v súčasnosti prechádza výrazným rozvojom je Emirates (zo spojených Arabských Emirátov) a táto spoločnosť nie je a nebola členom žiadnej z globálnych aliancií leteckých spoločností a napriek tomu sa jej zisky odhadujú v stovkách miliónov USD ročne. Táto spoločnosť prepraví ročne asi 13% cestujúcich cez svoj hub v Dubai, čím sa jej darí atakovať aj svetové aliancie. [2] Môžeme ju zaradiť medzi letecké spoločnosti so sídlom v Perskom zálive (Qatar Airways, Etihad Airways, Saudi Arabian), ktoré si našli vlastný

spôsob rozvoja leteckých služieb bez pomoci svetových aliancií. Princíp spočíva v prevádzkovaní medzikontinentálnej dopravy s využitím systému hub-and-spoke, kedy najväčšiu výhodu majú vo svojej geografickej polohe a umiestnením hubu v Dubai. [2] No na druhú stranu je pravdou, že v niekoľkých štúdiách bol tento systém vyhodnotený ako pre cestujúceho nevýhodný, pretože transfer v Dubai je zdĺhavý a sloty poskytnuté transkontinentálnym letom často nie sú časovo vhodné (príliš skoro ráno). Rovnako dôležité je v tomto momente poukázať aj na fakt, že tieto spoločnosti bez zazmluvnených silných európskych partnerov majú často problém sa dostať na európsky trh. Bilaterálna zmluva o poskytovaní leteckých služieb uzatvorená medzi Nemeckom a Arabskými emirátmi nie je pre tieto spoločnosti priaznivá, pretože je kapacitne obmedzená a leteckým spoločnostiam z Perzského zálivu umožňuje využitie iba štyroch nemeckých letísk. Politicky táto situácia nie je pre Emirates vôbec priaznivá, pretože nemeckí úradníci nemajú ani teraz v úmysle túto dohodu meniť, nehovoriac o fakte, že Lufthansa neustále upodozrieva spoločnosti z oblasti perzského zálivu z porušovania hospodárskej súťaže a prijímania skrytej štátnej dotácie. No na situáciu je aj opačný pohľad, kedy zas tieto spoločnosti vyzývajú protimonopolné úrady a regulačné úrady a poukazujú na správanie globálnych leteckých aliancií v ktorom vidia nekalú konkurenčnú výhodu. [3]

História ukázala, že členstvo v aliancii a jej faktické fungovanie nie je zárukou ochrany pred zánikom. Príkladom toho sú dve v súčasnosti už neexistujúce aliancie- Wings Alliance a Qualiflyer Group. Práve tento fakt poukazuje na to, že niekedy prehnané snahy obchodného vedenia niektorých spoločností môžu znamenať v konečnom dôsledku ich zánik. Lidrom aliancie Qualiflyer bola letecká spoločnosť Swissair, ktorý mal predstavu, že chce vlastniť vlastnú nezávislú kapitálovo prepojenú alianciu leteckých spoločností, a preto dlhodobo skupoval menšie letecké spoločnosti a uzatváral dohody s veľmi nesúrodými partnermi, čím sa dostával do priamych finančných problémov a nebol schopný pokryť finančné záväzky svoje ani ním spolu

vlastných spoločností. Zánik tejto spoločnosti znamenal aj koniec belgickej leteckej spoločnosti Sabena v ktorej vlastnil 49% akcií a v konečnom dôsledku aj koniec aliancie. No nie len finančné problémy musia zákonite znamenať koniec nadnárodného zoskupenia. V prípade Wings Alliance boli dôvodom zániku stále pretrvávajúce spory medzi dvoma partnermi a to Alitalia a KLM. Práve v tomto prípade je nutné poukázať na fakt, že základným pilierom akejkoľvek vzájomnej spolupráce je podrobná znalosť partnerských spoločností, uzavretie veľmi detailných vzájomných záväzkových vzťahov, ale aj správny komplexný prístup k riadeniu aliancie ako celku, pretože tak ako som už v úvode tejto časti uviedla, členstvo v aliancii neznamená skutočnú záruku zlepšenia sa ekonomických výsledkov vstupujúceho partnera. Podľa prieskumu Association of Strategic Alliance Professionals je miera úspechu aliancií asi 50% a iba 9% zo spoločností verí, že ich aliančné partnerstvo bude mať úspech väčší ako 80%. Aj táto hodnota potvrdzuje môj názor, že je ťažké dopredu predpokladať úspešnosť aliančného spojenia a je nutné, aby si spoločnosti zväzili ich súčasné postavenie a výhody ako aj nevýhody, ktoré im z členstva plynú.

## **II. FÁZA IDENTIFIKÁCIE POTREBY BYŤ ČLENOM NIEKTorej Z LETECKÝCH ALIANCIÍ**

Rozhodnutie, či je potrebné, aby sa spoločnosť stala členom niektorej z leteckých aliancií by mala byť súčasťou identifikácie strategického cieľa spoločnosti. Letecká spoločnosť sa musí rozhodnúť či:

- a) sa chce stať členom niektorej v súčasnosti už existujúcej globálnej aliancie,
- b) chce byť zakladajúcim členom nového aliančného zoskupenia,
- c) uprednostní rozvíjanie spolupráce s ostatnými leteckými spoločnosťami formou bilaterálnej spolupráce,
- d) bude vykonávať a poskytovať všetky svoje služby samostatne a úplne nezávisle od ostatných leteckých dopravcov.

## **ČLENTVO V NIEKTorej V SÚČASNOSTI UŽ EXISTUJÚCEJ GLOBÁLNEJ ALIANCIÍ**

V prípade rozhodovania sa leteckého dopravcu je nutné si uvedomiť, že letecký dopravca musí byť presvedčený o výhodách, ktoré mu budú plynúť z členstva v takomto type zoskupenia. Niekedy si letecké spoločnosti nie sú úplne vedomé všetkých aspektov, ktoré z ich členstva plynú. Spoločnosti môžu mať občas naivnú predstavu, že ostatní členovia aliancie ich budú nezištne podporovať, čo nie je pravda a v konečnom dôsledku to môže spoločnosti priniesť viac nevýhod ako výhod. V prípade vstupu do aliancie si spoločnosť totiž obmedzí do budúcnosti absolútnu rozhodovaciu právomoc o ich vlastnom výbere bilaterálnych partnerov, rovnako bude musieť zdieľať náklady na chod aliancie a ich smerovanie bude v budúcnosti prepojené na smerovanie aliancie.

## **ZALOŽENIE NOVÉHO ALIANČNÉHO ZOSKUPENIA**

Tento variant je vhodný len pre veľké letecké spoločnosti s dostatočnými finančnými rezervami, ktoré majú široký vlastný trh a ich vlastná stratégia je natoľko jasná, že sa môže stať základom aliančného zoskupenia. Časový harmonogram a postupné kroky zakladania ako aj následných integračných procesov by mali byť dopredu stanovené. Prínosom

je možnosť tvorby vlastnej koncepcie a presadenia vlastných názorov.

## **ROZVOJ SPOLUPRÁCE S OSTATNÝMI LETECKÝMI SPOLOČNOSŤAMI FORMOU BILATERÁLNEJ SPOLUPRÁCE**

Tento spôsob spolupráce je kompromisom medzi členstvom v aliančnom zoskupení a absolútne nezávislým prevádzkovaním vlastnej spoločnosti. Táto spolupráca je často postavená na code-sharovej spolupráci, ktorá je často aj formou spolupráce v aliancii, ale tu nie je zabezpečený koncepčný integračný proces a je na výlučnom rozhodnutí partnerov, čo bude predmetom vzájomnej spolupráce. Nevýhodou môže byť množstvo uzavretých zmlúv rôzneho charakteru a obsahu. Nie je úplne jasná stratégia, resp. spoločnosť si touto formou hľadá tú najoptimálnejšiu stratégiu. Výhodami tejto spolupráce je postupné rozširovanie siete a zlepšovanie prístupu na domáce trhy jednotlivých partnerov, kedy však nie je riešená komplexná koordinácia medzi partnermi na základe čoho nie je potrebná výrazná investícia, takže sa s touto spolupracou zväčša spájajú nízke náklady na realizáciu pri vysokej flexibilita zmien v podmienkach. Umožňuje aplikáciu rôznych pravidiel a rôznych partnerov, nie sú definované základné zásady, ktoré musia byť pre každého partnera rovnaké a v prípade ukončenia vzájomných vzťahov to nemusí znamenať zásadnú zmenu v spoločnosti do budúcnosti.

## **NEZÁVISLÁ PREVÁDZKA A POSKYTOVANIE VLASTNÝCH SLUŽIEB**

Výhody tohto postavenia spočívajú v skoro absolútnej nezávislosti od akéhokoľvek partnera. Možnosť samostatného rozhodovania, určenia a definovania vlastnej stratégie. Šetrenie nákladov, ktoré sú spojené s členstvom v aliancii, jej rozhodovacích výboroch, či pracovných skupinách. Nevýhodou je obmedzený prístup na trh bez dopadu sieťového efektu, kedy na rozširovanie vlastnej siete sú potrebné vysoké investície a využiteľnosť vernostného programu je obmedzená. Tento prístup je vhodný pre veľké letecké spoločnosti so silnou a širokou základňou, dobrým finančným postavením ako aj veľkým potenciálom vlastného trhu.

## **III. INTEGRAČNÝ PROCES**

Na základe vyššie uvedených faktorov a ukazovateľov je letecká spoločnosť schopná sa rozhodnúť, aké bude jej smerovanie a v prípade výberu vstupu do niektorej svetovej leteckej aliancie je pripravená na jej postupné včleňovanie do aliancie, kedy v priebehu tohto procesu dochádza k naplňovaniu základných zásad spolupráce v rámci aliancie. Harmonizačný proces je možné rozdeliť do troch základných stupňov zblížovania sa leteckého dopravcu s aliančnými partnermi:

### **1. Stupeň v znamení potenciálu generovania výnosov**

V tejto fáze dochádza zväčša k uzatváraniu záväzkových vzťahov formou aj code-sharových zmlúv medzi partnermi aliancie. Dochádza k harmonizácii a koordinácii letových poriadkov, ktorých cieľom je rozširovanie siete. Dôraz sa kladie na spoločný predaj, vytváranie spoločných vernostných programov, vzájomné využívanie služieb partnerov (napr. zdieľanie salónikov) a najdôležitejšie je naplňovanie aliančných

marketingových cieľov, využívanie spoločného loga aliancie, napriek faktu, že každý dopravca naďalej používa aj logo vlastné. Najlepším príkladom je napríklad prestriekanie niektorého z lietadiel do „aliančného looku“. V tejto fáze je ešte relatívne jednoduché z aliancie vystúpiť.

## 2. *Stupeň založený na znižovaní nákladov*

V tejto fáze členovia aliancie využívajú všetky výhody z vytvoreného spoločného trhu, prepojenosť systémov a strategických cieľov ako aj spoločný marketingový prístup napr. spoločný predaj v 3. krajinách, spoločný handling, spoločná IT základňa, možný spoločný centrálny nákup, snaha o harmonizáciu lietadlového parku na základe čoho je možné pristúpiť k spoločnej údržbe. V tejto fáze napriek využívaniu aj vlastného aj aliančného loga by bolo vystúpenie z aliancie komplikované a finančne neprimerane náročné, ale stále možné.

## 3. *Stupeň tvorby jednotného podniku*

V tomto prípade nastalo už komplexné prepojenie a vytvorenie jedného celku, či dovnútra ako aj navonok. Navonok vystupuje ako jeden podnik, využíva iba aliančné logo, vyvíja spoločný produkt aliancie a partneri vzájomne zdieľajú lietadlá ako aj posádky. Uzatvorili dohodu o frančíze a v tejto fáze je už vystúpenie z aliancie skôr nemožné.

## IV. IDENTIFIKÁCIA VÝHOD A NEVÝHOD ČLENSTVA V NIEKTOREJ ZO SVETOVÝCH LETECKÝCH ALIANCIÍ

Na základe vyššie uvedených stupňov integračného procesu je možné identifikovať aj výhody a nevýhody, ktoré z členstva v aliancii pre leteckého dopravcu vyplývajú. Najväčší a nepopierateľný prínos z členstva v aliancii je v oblasti marketingovej stratégie, kedy aliancia organizuje jednotné marketingové akcie. Zaujímavejšie pokrytie trhu formou rozšírenia siete leteckých spojení má vplyv aj na vyššiu účinnosť vernostných programov, no zároveň aj na schopnosť získať dominanciu na trhu. Je potrebné si uvedomiť, že aj veľký, svetový dopravca nie je schopný sám prevádzkovať spojenia do všetkých destinácií na svete, a tak samostatne uspokojiť požiadavky a splniť očakávania všetkých svojich zákazníkov. To je jeden z dôvodov, prečo sa veľkí dopravcovia, často zakladatelia svetových aliancií zameriavajú na spoluprácu s regionálnymi dopravcami, ktorí sa špecializujú na prevádzkovanie svojich vlastných spojení z alebo do ich domovských destinácií. Na základe ich partnerstva vzniká široká sieť spojení, ktorej úlohou je pokryť najlukratívnejšie destinácie, nie len vlastnými linkami, ale aj linkami svojich aliančných partnerov. Na plné využitie týchto výhod je potrebná podpora v oblasti koordinácie letových poriadkov, navýšenie počtu frekvencií spojení a zabezpečiť vysoký štandard služieb v celej aliancii. Pre jednotlivých partnerov to znamená získanie nových trhov, pre menších partnerov jednoduchší prístup na trhy, kde dominujú už spoločnosti z iných aliancií. Napriek tvrdeniu, že trh leteckej dopravy je v súčasnosti trhom deregulovaným, ešte stále v mnohých krajinách existujú na prvý pohľad neviditeľné prekážky vstupu na ich trh, kedy vytvorenie partnerstva a pričlenenie dopravcov s prístupom na tieto trhy do aliancie znamená rozšírenie siete a väčšiu atraktivitu pre zákazníka.

Členstvo v svetových leteckých alianciách má vplyv aj na finančné výsledky, kedy nárastom prepravy v prepojenej sieti dochádza k nárastu obsadenosti lietadiel, vyťažnosti spojení a v

konečnom dôsledku k znižovaniu nákladov na jednotku výkonu v aliancii ako celku. Tento fakt spôsobuje aj rast výnosov z dôvodu prepravy cestujúcich a tovaru smerovaných na linky daného dopravcu ostatnými členmi aliancie, pretože aliancia je propagovaná ako celok všetkými partnermi na základe čoho aj jej vernostný program sa stáva zaujímavejším a využiteľnejším. Spojením a vzájomným zdieľaním poskytovaných služieb kancelárskych priestorov, zamestnancov v rezervačných systémoch, salónikov a pod. dochádza k rozdeleniu nákladov medzi jednotlivých partnerov. A rovnako prínosnou sa javí aj centralizácia nákupov, kedy pri spoločnom obstarávaní je aliancia schopná dosiahnuť lepšie podmienky ako aj cenu za obstarávané tovary či služby. No dôležité je si uvedomiť, že v súčasnosti ešte stále nie je absolútna liberalizácia vo forme neobmedzovania zásahov do vlastníckych štruktúr spoločností alebo možností ich kapitálového prepojenia. [4]

Na druhej strane je potrebné identifikovať aj problémy, ktoré môžu byť spojené s členstvom v niektorej z aliancií a to sú:

rast režijných nákladov v dôsledku nutnosti uhradenia nákladov aliančného vedenia a koordinácie, vysoké náklady na unifikáciu procesov v aliancii,

spomalenie rozhodovacích procesov v aliancii (potreba komplexnej konzultácie pred rozhodnutím),

v prípade problémov jedného z vedúcich členov aliancie, zvýšené riziko nedôvery aj u ostatných členov aliancie ako aj v alianciu ako celok,

nemožnosť samostatného vývoja členov aliancie,

zhoršenie pozície pri uzatváraní bilaterálnej spolupráce s partnermi mimo aliancie alebo z iných aliancií.

Určitou nevýhodou pre členov aliancie je, že pokiaľ majú s partnermi rovnaké alebo obdobné spojenia je nevyhnutné si uvedomiť fakt, že spojením týchto partnerov môže dochádzať k získaniu dominantného postavenia na istej časti trhu, vytvoreniu monopolu, čo je často v rozpore s pravidlami hospodárskej súťaže. V minulosti už Európska Komisia riešila prípad spolupráce v rámci aliancie SkyTeam medzi spoločnosťami Aeromexico, Alitalia, ČSA, Delta Air Lines, KLM, Korean Air, Northwest Airlines a Air France na spojeniach: Amsterdam-Detroit, Amsterdam-Minneapolis, Paříž-Atlanta, Paříž-Cincinnati, Řím-Atlanta, Milán-New York City, Paříž-Praha, Milán-Praha, Řím-Praha, Amsterdam-Praha a Paříž-Soul. Konštatovala, že táto spolupráca by mohla predstavovať porušenie zákazu reštriktívnych obchodných praktík v súlade s článkom 81 Zmluvy o Európskom spoločenstve. Dôvodom bolo ich údajné silné postavenie na tejto časti trhu ako aj významné prekážky vstupu, čo by mohlo ovplyvniť hospodársku súťaž. Medzi prekážky vstupu na trh zaraďovali obmedzenú dostupnosť letiskových časov (slotov) na hlavných letiskách v EÚ, vysoký počet letov aliančných partnerov, výhody vyplývajúce z prevádzky a poskytovania služieb prostredníctvom vlastných leteckých uzlov (hubov) ako aj ďalšie výhody, ktoré mohli využívať cestujúci aliancie ako sú napríklad vernostné programy. Na základe vyššie uvedených námietok Európskej Komisie, v súlade s výsledkami diskusie medzi EK a členmi aliancie, členovia aliancie ponúkli, že príjmu súbor záväzkov, ktoré boli navrhnuté tak, aby odstránili obavy EK z porušovania hospodárskej súťaže. Medzi opatrenia patrilo uvoľnenie slotov na

vyššie uvedených letiskách, umožnenie konkurenčným spoločnostiam prevádzkovať nové, či doplnkové služby ako aj zdieľanie svojich vernostných programov. Rovnako členovia navrhli, že uzatvoria s novými účastníkmi na trhu dohody o vzájomnej previazanosti leteckých spojení a dohody o pomernom rozdeľovaní zisku na trasách v EÚ. Toto sa týkalo pomerného rozdeľovania celkového zisku z letov, ktoré mali viac úsekov, ktoré boli prevádzkované rôznymi leteckými spoločnosťami. Dokonca sľúbili aj umožnenie kombinovanej služby (tj. poskytovanie leteckej dopravy v kombinácii s pozemnou dopravou). Alianční partneri ponúkli tieto svoje záväzky na päť rokov pre diaľkové lety medzi EÚ a USA a na šesť rokov na všetky ostatné spojenia. Pokiaľ by výsledky hodnotenia ponúknutých záväzkov deklarovali, že partneri nie sú schopní odstrániť vyššie uvedené obavy, mohla by EK prijať rozhodnutie o zákaze v súlade s článkom 7 Nariadenia Rady (ES) č. 1/2003 o vykonávaní pravidiel hospodárskej súťaže stanovených v článkoch 81 a 82 Zmluvy, ktorým by nariadila ukončenie spolupráce dotknutých strán (partnerov aliancie). V prípade, že EK konštatuje dodržanie zásady ochrany hospodárskej súťaže na základe garancie záväzkami partnerov a partneri by tieto svoje záväzky porušili je EK oprávnená uložiť im pokutu vo výške až 10 % ich celosvetového obratu, a pritom nemusí ani dokazovať, či na základe takéhoto správania boli porušené antimonopolné pravidlá. [5]

Obdobné problémy nie sú len na európskej, ale aj medzi kontinentálnej úrovni, kedy Dopravný úrad Spojených štátov amerických (The United States Department of Transportation-USDT) odsúhlasoval spoluprácu jednotlivých amerických dopravcov s inými dopravcami z Európy a Ázie. Uzatvorenie zmlúv o vzájomnej spolupráci je skoro vždy podmienené dohodou o „otvorenom nebi“ medzi domovskými štátmi leteckých spoločností. Cieľom USDT pri posudzovaní dodržiavania pravidiel hospodárskej súťaže je dosiahnutie čo najefektívnejšej spolupráce partnerov, ktorej výsledkom bude poskytovanie kvalitnejšej služby pre cestujúcich ako aj nákladných prepravcov.

Napriek viacerým výhodám niekedy aliancie nespĺňajú očakávania svojich zakladateľských subjektov. Riadiaci pracovníci majú často ťažkosti odpútať sa od hierarchických manažérskych modelov zdedených z vertikálne integrovaných vnútropodnikových aktivít a flexibilita prispôsobenia môže byť časovo a finančne náročná. Efektívne vytváranie sietí si vyžaduje koncepčné myslenie, ktoré nebude vyžadovať od všetkých členov aliancie detailne rovnaký systém riadenia ako u zakladajúcich členov, no niekedy zlyhanie aliančného partnerstva môže prameniť aj z pretrvávajúcej nedôvery medzi spoločnosťami pochádzajúcimi z odlišných svetových kultúr.

## V. RIADENIE GLOBÁLNYCH LETECKÝCH ALIANCIÍ

Riadenie svetových aliancií nie je vôbec jednoduché, ba dokonca súčasné letecké aliancie nemajú jednotný systém riadenia. Vychádzajú z predikcií, že je dôležité vnímanie aliancie z vonku. Poukazujú na potrebu výborného „public relation“, snažia sa podvedome pôsobiť na klientov cez publikovanie „priateľských“ rozhovorov s riaditeľom a zamestnancami. No toto nie je to najdôležitejšie. Momentálne sa aliancie snažia vytvoriť, čo najefektívnejší proces vnútornej spolupráce medzi jednotlivými členmi aliancie za účelom jasnej

stratégie. Snažia sa neklásť dôraz na staromódne myslenie dlhodobo uplatňované v alianciách so zdôrazňovaním pojmov ako globalizácia, sila trhu, rozdelenie rizika. Zistilo sa, že spoločnosti potrebujú pociťovať nezávislosť, no aliancia ako celok musí mať jasne stanovené rozhodovacie právomoci, delegovanie oprávnení na top manažment aliancie a právo spätnej kontroly. [2]

Riadiacim orgánom aliancií je v mnohých prípadoch spojenie najvyšších predstaviteľov leteckých spoločností v Predstavenstve (tzv. Governing Board). Jednotliví vrcholoví predstavitelia leteckých spoločností zasadajú pravidelne štyrikrát do roka, v prípade potreby aj viac krát. Konkrétne riešenia rozvojových plánov a strategických cieľov sú riešené vytvorenými odbornými výbormi a pracovnými skupinami. Na základe jednotlivých rokovaní dochádza v mnohých prípadoch k záveru, že je potrebné, aby všetci členovia aliancie prispôbili svoje organizačné štruktúry komplexnej aliančnej štruktúre. Zmena aliančnej organizačnej štruktúry má spravidla dosah aj na zmenu v štruktúre členských spoločností. Príkladom týchto krokov je aj rozhodnutie leteckej aliancie SkyTeam vytvoriť novú organizačnú štruktúru tzv. „SkyTeam druhej generácie“, ktorý znamenal výraznejšie zapojenie pracovníkov členských spoločností na úrovni viceprezidentov do činnosti aliancie ako celku a jasné oddelenie aliančných záležitostí od bilaterálnych rokovaní. Aliančné rozhodnutia by mali byť jednoduchšie z dôvodu zmeny projektového riadenia formou prenosu zmien do konkrétnych organizačných štruktúr, kedy hlavnými cieľmi bolo vytvoriť:

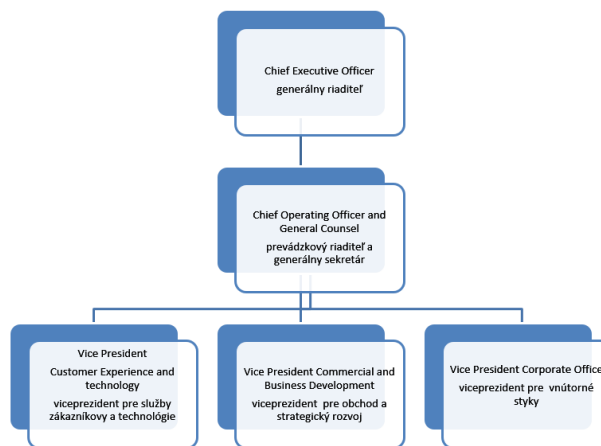
1. stratégiu aliancie pre nasledujúce roky,
2. vytvoriť novú štruktúru riadenia aliancie,
3. akceptovať a prerokovávať nové členské požiadavky,

reorganizovať pracovné skupiny.

V priebehu tejto reorganizácie bolo potrebné stanoviť podmienky asociovaného (pridruženého) člena aliancie. Cestujúci asociovaného člena by mali mať rovnaké výhody ako cestujúci aliančného člena. Podmienkou pridruženého člena bolo prepojenie vernostných programov riadneho a pridruženého člena a rovnako bolo stanovené, že je potrebné prijímať leteckých dopravcov do aliancie flexibilnejšie, aby bol zaručený jej postupný rast a zabezpečená konkurenčná schopnosť oproti iným alianciám, ktoré však musí byť kompromisom, aby nenastali neskôr problémy v oblasti vnútorného riadenia príliš veľkej aliancie.

Niektoré aliancie preferujú menšiu organizačnú štruktúru, ale zodpovední vedúci pracovníci majú v kompetencii riadiť omnoho širšie úseky. Letecká aliancia SkyTeam má 6 viceprezidentov, ktorí si svoju pôsobnosť rozdelili na 6 oblastí riadenia. Na druhej strane aliancia Star Alliance má len troch viceprezidentov, ale ich kompetenčná pôsobnosť je širšia napr. viceprezident pre služby zákazníkom a technológie zodpovedá za rozvoj produktu a služieb poskytovaných zákazníkom jednotlivých leteckých spoločností v aliancii počas využívania aliančnej siete. Aliancia SkyTeam má pre túto pozíciu dvoch viceprezidentov a to pre podporu a služby a pre informačné technológie. Star Alliance viceprezident pre vnútorné záležitosti aliancie je zodpovedný za vnútornú komunikáciu v aliancii ako aj prezentáciu navonok, vzťahy so zákazníkom, manažment kvality a medzinárodné vzťahy, čo by sme mohli prirovnať k riaditeľovi

pre prezentáciu obchodného mena a vzťahov s verejnosťou v SkyTeame, časť týchto kompetencií má aj viceprezident pre predaj a marketing. V Star Alliance má viceprezident pre rozvoj obchodu a strategický rozvoj na starosti vývoj aliančného modelu a identifikáciu nových zdrojov pre tvorbu hodnoty pre členov aliancie a v SkyTeame je táto riadiaca pozícia rozdelená medzi viceprezidenta pre prevádzku aliancie s podporou viceprezidenta pre predaj a marketing. Práve na týchto porovnaniach je možné konštatovať, že neexistuje jeden štandardný model organizačnej štruktúry svetovej aliancie, ale vždy vychádzajú zo strategického cieľa aliancie ako aj z riadenia a vnútornej štruktúry najsilnejšieho člena aliancie, resp. jej lídra. Nižšie uvedený obrázok č. 1 je názornou schémou organizačnej štruktúry globálnej aliancie.



**Obrázok 1** - Organizačná štruktúra aliancie Star Alliance (zdroj: autori)

#### LITERATÚRA

- [1] PORTER, M.: The Competitive Advantage of Nations.1990.
- [2] TUGORES-GARCÍA, A.: *Analysis of Global Airline Alliances as a Strategy for International Network Development*.Massachusetts Institute of Technology, 2012
- [3] KINGSLEY-JONES, M.: *Rivals push to check Gulf cerriees ´growth*. Airline Business-july 2011
- [4] PRŮŠA, J. A KOL.: Svět letecké dopravy. 1. Vydanie - Galileo CEE Service ČR s.r.o., Praha, 2007, ISBN: 978-80-239-9206-9
- [5] [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-07-1558\\_cs.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-07-1558_cs.htm), dňa 15.1.2014

# OBSTACLE COLLISION AVOIDANCE SYSTEMS IN HELMS HELICOPTERS

**Ing. Filip Škultěty, PhD.**

Air Transport Department, University of Žilina, Slovak republic  
skultety@fpedas.uniza.sk

**Bc. Adam Línek**

Air Transport Department, University of Žilina, Slovak republic  
linekada@gmail.com

**Abstract** – this paper focuses on needs of implementation of obstacle collision avoidance systems in Helicopter emergency medical service (HEMS). Intent of the paper is to facilitate HEMS operator's selection of these systems, which could help crews to avoid collision with wires, terrain and other objects. Today, HEMS operators use plenty of different systems, some of them use none. In this paper, authors unify the HEMS equipment, and also give recommendations to HEMS operators with selection of systems aiding to avoid collision during low-level flights and primarily systems, which are searching for obstacles, as wires, cableways, terrain, or any other obstacles, interfering with flightpath.

**Key words** – Helicopter emergency medical service, Wire-strike, Flight safety, Low-level flights, Landing into terrain

## I. INTRODUCTION

Emergency medical service helicopters save thousand lives daily, all around the world. Helicopter Emergency Medical Service (HEMS) crews are the best trained, working with latest technologies. Even though, from time to time an accident may occur. In the United States of America, working at HEMS services is ranked in top ten of most dangerous jobs in the USA.

In the early 20th century, when anyone was in need of medical help, he had to call for doctor and if he was in luck, the doctor came in half a day, in a bad weather he may not come until many days. Today, medical care is much faster, thanks to., Those Magnificent Men in Their Flying machines". These men are doing very hard work, when they are trying to help in very dangerous condition. When the weather is poor, they still try to take-off and go into mission. When the weather is poor; the main risk consists of obstacle collision or controlled flight in terrain (CFIT).

In the Czech Republic instrument equipment in Helicopter emergency medical service (HEMS) helicopters is customized for flights according to visual flight rules. Indeed, the purpose of HEMS missions cannot enable perfect and detailed prediction of enroute meteorological conditions, not even precise flight planning, therefore sometimes flight into instrument

meteorological condition (IMC), or flights on edge between visual meteorological conditions (VMC) and instrument meteorological conditions (IMC) can occur. When flying in order to save someone's live, the crew is under extreme pressure. This pressure may lead to their distraction.

When flying in verging conditions, during low-altitude flight in unknown environment, the risk of collision with terrain or obstacles is more likely to happen.

The most usual accident reason in HEMS traffic in 2008, 77%, was collision with obstacles, wires and controlled flight in terrain. (Blumen, 2009)

## II. DEFINITION OF HELMS FLIGHT

HEMS flight means a flight by a helicopter operating under a HEMS approval, the purpose of which is to facilitate emergency medical assistance, where immediate and rapid transportation is essential, by carrying:

- a) medical personee;
- b) medical supplies (equipment, blood, organs, drugs); or
- c) ill or injured persons and other persons directly involved;" (EASA, 2012)

### CLASSIFICATION OF MEDICAL FLIGHTS USED TO MEASURE SERIOUSNESS OF A MISSION

#### Primary flights

• According to European Union Safety Authority (EASA): AIR OPS Regulation (EU) 965/2012 on air operations Annex V – Part-SPA SPA.HEMS, these primary flights are marked as HEMS flight.

• H1 - Flights to unknown places, with no members of emergency services at the scene. When taking off to primary mission, pilot knows only heading to accident and does not know the landing place concretely. Helicopter in this type of mission is landing into terrain as close to accident scene as possible. By the crew own discretion.

- H1 - Flights on request of rescue services on an accident scene.

### Secondary flights

• According to EASA: AIR OPS Regulation (EU) 965/2012 on air operations Annex V – Part-SPA SPA.HELMS, these primary flights are marked as Air Ambulance flight “In regulatory terms, air ambulance is considered to be a normal transport task where the risk is no higher than for operations to the full OPS.CAT and Part-ORO compliance. This is not intended to contradict/complement medical terminology but is simply a statement of policy; none of the risk elements of HELMS should be extant and therefore none of the additional requirements of HELMS need be applied.” (EASA, 2012)

• H2 – Immediate secondary flight – flight being conducted from HELMS base to known, described places, such as hospital helipads in order to transport patient to another medical care centre, which is more suitable for the patient.

• A – Secondary flight – scheduled transport of patients to higher medical care centre.

### Other flights

• H1 – Need for helicopter for any other reasons such as transporting medical material, co-operation trainings, floods, technical rescue etc.

## III. CURRENT EQUIPMENT USED IN HELMS HELICOPTERS

Currently, HELMS helicopters are equipped for flights, according to VFR rules and are equipped with noncertified (certification out of date) IFR instruments. Here listed equipment stays for Eurocopter EC135T2. Some of the other helicopters are equipped similarly, but the main instruments are inbuilt in glass cockpit:

- Garmin GNS 430
- Horizontal situation indicator (fully ILS capable)
- Altimeter
- VSI
- Airspeed indicator
- Radar altimeter
- Attitude indicator
- iPad equipped with GINA HELMS app in combination with AirNAVpro



Figure 1 – Instrument panel of EC135 OK-DSD

## IV. AVAILABLE COMPLEX COLLISION AVOIDANCE SYSTEMS.

### SANDEL HELITAWS

HeliTAWS is a system developed by an American company Sandel. System is built specially for use in helicopters (the main purpose was for U.S. Army). System consists of a display, inbuilt in the dashboard. HeliTAWS is a database based system, which gives warnings on wires, obstacles and terrain.

According to data provided by Sandel, the system is equipped only with databases of wires and obstacles covering USA. This system is useless in Europe, so in this thesis it is not going to be analysed.



Figure 2 – Sandel HeliTAWS ST3400H, Wire warning [Source: HeliTAWS, Product description, ST3400H]

### GINA HELMS

GINA HELMS is an application for iPad, which was developed by a Czech company GINA. It is currently used by Czech HELMS operators – DSA and Alfa Helicopter. iPad is connected with a dispatching via Groupe Spécial Mobile (GSM) network, which allows good coverage in the Czech Republic. The main purpose of GINA HELMS is providing information to helicopter crew about accident site, injured person and many other details describing the purpose of their mission.

GINA HELMS is linked to an application – AirNAVpro, which is used for non-precision navigation based on iPad’s Global Positioning System (GPS) module. AirNAVpro is equipped with terrain data, providing terrain alerts. ICAO map in AirNAVpro shows all the features of airspace such as: special activity airspaces, restricted and dangerous areas, airports, heliports (including medical centre helipads) and can download actual notice to airman (NOTAM), message d’observation météorologique régulière pour l’aviation (METAR), terminal aerodrome forecast (TAF) etc. AirNAVpro can also show frequency of local airspace air traffic control and also local airports frequencies. AirNAVpro as a feature which is included in GINA HELMS is usually used during cruise level flight and can be helpful in low visibility conditions to warn against upcoming terrain.



GINA HEMS app is equipped with map layers consisting of: classical road map, orthophoto map, tourist map (tourist paths, known places, ski-slopes etc.), map of Czech fire brigade (with exact postcodes, helping crew to determine the accident scene), terrain map and actual weather data (precipitation meteoradar). The iPad is placed on the middle panel in holder and is possible for TCM to pick up the iPad and check the data shown.

When the crew receives a call on e.g. primary mission, the data such as – position of the accident site, details such as heading and distance are available immediately in GINA, so the pilot (or TCM) can specify the exact position of the accident (with his local environment knowledge). When a pilot is starting up the helicopter and is waiting for instruments values, he has time to check flight track and intended landing spot for possible obstacles. When approaching to intended landing spot TCM can uptake the iPad and look closely for any obstacles, or in case of low visibility for terrain and may instruct PIC to avoid them.

GINA HEMS is also equipped with tourist maps, that include wire data, but these data are unreliable and they consist only high voltage electricity.



**Figure 3** – iPad equipped with GINA HEMS placed in EC135 of DSA

#### WIRE STRIKE PROTECTION SYSTEM (WSPS)

HEMS helicopters by DSA and Alfa Helicopter EC135 are equipped with WSPS. This system is made to cut wires, when a helicopter hits them in a given groundspeed. According to Airbus Helicopters, the system is designed so that it is efficient at speeds between 13 and 52 kt. The precondition is that the target is within the area for the upper and lower knives. If a wire passes above the upper knife, it could hit the main rotor. If a wire passes below the lower knife, it will also pass under the skids. This system consists of upper cutter, windshield deflector, lower cutter and a skid deflector. (Accident Investigation Board Norway, 2014)

Skid deflector (D) should prevent the wire from jamming into helicopters skids, and leads the wire into lower cutter. Lower cutter (C) is supposed to cut a wire. Windshield deflector (B) and a wiper deflector prevents the wire from jamming under wipers and leads the wire into upper cutter. Upper (A) cutter should cut the wire until certain strength.



**Figure 4** – Wire strike protection system with description of parts Conclusion

#### POWERLINE DETECTION SYSTEM

Powerline detector made by US Company Safeflight, made especially for use in helicopters is an active system using a very low frequency receiver sensitive to powerlines electromagnetic fields providing visual and audio alerts to the crew.

“A red warning light illuminates and remains on as long as a powerline is sensed. An unmistakable audio alert, which clicks like a Geiger counter, is also heard through the audio system and increases in frequency as the powerline gets closer. The audio output can be muted if desired, but the warning lamp will remain illuminated as long as the powerline is sensed.” (Safeflight Instrument corporation, 2016)

When approaching to powerline this system starts to emit an annoying tone which warns the crew against powerline under voltage proximity.

Disadvantage of this instrument is that this system works only on wires under voltage, so no other obstacles (such as non-functional electricity, telephone wires, telegraph wires, cableways etc.) are not monitored, so the use inflight is uncertain.



**Figure 5** – Powerline detection system [Source: Safeflight INSTRUMENT CORPORATION]

## CONCLUSION

The goal of this paper was to summarize, recommend and possibly improve available systems that could provide safer HEMS service and finding systems, with those the HEMS would be more independent on weather conditions and offer more flexible service.

Current equipment of EC135 helicopters of DSA and Alfa Helicopters is sufficient for current HEMS procedures, but the crew does not have enough information about obstacles in flightpath. In low visibility conditions the crew may use database system AirNAVpro, but it is based on proximate terrain data, therefore these data are very unreliable and the GPS receiver is noncertified and also not very trustworthy, since it is only an iPad function.

When talking about GINA HEMS, we advise operators to equip the entire helicopter fleet with this system, because it facilitates mission. And we highly recommend all the operators to equip GINA HEMS with wire databases and ETOD database. Unfortunately, these databases, we were offered to test are not equipped with electric pole Z-coordinate, so warning function would not be very suitable. It is necessary to instruct crews about GINA HEMS use and highlight that the system is not 100% reliable and all the obstacles may not be displayed. Also we need to point out, that electricity database operators do not have data of all the wires.

## REFERENCES

- [1] Accident Investigation Board Norway, 2014. [Online] Available at: <http://www.aibn.no/Luftfart/Avgitte-rapporter/2015-06-eng?pid=SHT-Report-ReportFile&attach=1>
- [2] AGUILERA, C., 2015. EGNOS ADOPTION IN AVIATION. [Online] Available at: [https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new\\_egnos\\_ops/sites/default/files/workshop2015/EGNOS\\_adoption\\_aviation.pdf](https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new_egnos_ops/sites/default/files/workshop2015/EGNOS_adoption_aviation.pdf)
- [3] BECKER, S., 2013. REGA. [Online] Available at: [http://www.aeromedsocaustralasia.org/img.ashx?f=f&p=melbourne\\_2013%2FBECKER\\_Stefan.pdf](http://www.aeromedsocaustralasia.org/img.ashx?f=f&p=melbourne_2013%2FBECKER_Stefan.pdf)
- [4] BLUMEN, I., 2009. An Analysis of HEMS Accidents and Accident Rates. [Online] Available at: <http://www.nts.gov/news/events/Documents/NTSB-2009-8a-Blumen-revised-final-version.pdf>
- [5] Central Aviation Authority Czech Republic, 2013. [Online] Available at: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [6] EASA, 2012. Easy Access Rules for Air Operations. [Online] Available at: <https://www.easa.europa.eu/document-library/technical-publications/easy-access-rules-air-operations>
- [7] EASA, 2015. Certification Specifications. [Online] Available at: <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/CS-ETSO.pdf>
- [8] KANDERA, B., BADÁNIK, B., Zvyšovanie bezpečnosti všeobecného letectva s využitím mobilných protizrážkových systémov In: Horizonty dopravy. - ISSN 1210-0978. - Roč. 19, č. 3-4 (2011), s. 31-34.

# PODNIKANIE REGIONÁLNYCH LETECKÝCH DOPRAVCOV AKO PERSPEKTÍVNA OBLASŤ EKONOMICKÉHO VÝSKUMU

## THE BUSINESS OF REGIONAL AIR CARRIERS AS A PROMISING AREA OF ECONOMIC RESEARCH

**Ing. Filip Škultéty, PhD.**

Katedra leteckej dopravy, Fakulta PEDAS, Žilinská univerzita v Žiline, Slovenská republika  
filip.skultety@fpedas.uniza.sk

**Doc. Ing. Anna Tomová, CSc.**

Katedra leteckej dopravy, Fakulta PEDAS, Žilinská univerzita v Žiline, Slovenská republika  
anna.tomova@fpedas.uniza.sk

**Ing. Ivana Kirschnerová**

Katedra leteckej dopravy, Fakulta PEDAS, Žilinská univerzita v Žiline, Slovenská republika  
ivana.kirschnerova@fpedas.uniza.sk

**Abstract** – In this paper we define and discuss the attributes of regional air carriers' business model and subsequently we bring the state of the art in the respective economic research aimed at regional air carriers. Based on the scientific literature review, we outlined new directions in future economic research.

**Key words** – business model, regional air carriers, airlines, economic research

### I. ÚVOD

Štandardná klasifikácia modelov podnikania dopravcov v osobnej leteckej doprave zahŕňa aj model podnikania regionálneho leteckého dopravcu (regional air carrier, regional airline, commuter airline, feeder airline) [1]. Regionálni leteckí dopravcovia sú prítomní na trhoch so službami leteckej dopravy vo všetkých svetových regiónoch a v mnohých krajinách sveta, ako to potvrdzuje tabuľka 1.

**Tabuľka 1** Ilustratívny prehľad regionálnych leteckých dopravcov vo svetových regiónoch

Svetový región	Regionálni dopravcovia (výber)
Severná Amerika	Air Canada Jazz, Calm Air, Provincial Airlines (Kanada); Air Wisconsin, CommutAir, ExpressJet Airlines (USA)
Latinská Amerika	MAP Linhas Aéreas, SETE Linhas Aéreas (Brazília); La Costeña (Nikaragua); Aéromar (Mexiko)
Austrália a Oceánia	Airnorth, Regional Express, Sharp Airlines (Austrália), Air2there, Golden Bay Air (Nový Zéland)

Ázia	Air Blue (Pakistan); Air Costa (India); Regent Airways (Bangladesh); Juneyao Airlines (Čína); Japan Air Commuter (Japonsko)
Európa	Lufthansa CityLine (Nemecko); Chalcair Francúzsko); Avies (Estónsko); Azur Air (Rusko); Kullaflyg (Švédsko); Sky Work Airlines (Švajčiarsko)
Afrika	South African Express (Juhoafrická republika); Tassili Airlines (Alžírsko); Airk Air (Nigéria)

*Zdroj:* Vlastný výber na základe internetového prieskumu.

Zatiaľ čo podnikaniu klasického (sieťového) leteckého dopravcu a nízko-nákladového leteckého dopravcu sa ekonomický výskum venuje s rastúcou intenzitou [2], podnikanie regionálnych leteckých dopravcov nie je v súčasnom ekonomickom výskume dostatočne zastúpené. V tomto príspevku prinášame rešerš výsledkov najnovšieho ekonomického výskumu zameraného (aj) na problematiku regionálnych leteckých dopravcov a na základe uskutočneného rešeršu definujeme perspektívne smery pre budúci ekonomický výskum regionálnych leteckých dopravcov

### II. MODEL PODNIKANIA REGIONÁLNYCH LETECKÝCH DOPRAVCOV

Na otázku, kto sú regionálni dopravcovia, nie je možné dať jednoduchú odpoveď, aj keď - podobne ako v prípade klasických a nízko-nákladových dopravcov – disponujeme "archetypom" regionálneho dopravcu, ktorého charakterizujú tieto atribúty [1], [2]:

- Regionálni dopravcovia disponujú flotilou obsahujúcou lietadlá s menšou kapacitou sedadiel. Flotila regionálnych dopravcov zvyčajne pozostáva z malých, prevažne turbopropových lietadiel. V závislosti od kapacitných potrieb môže byť vo flotile viac typov lietadiel. V poslednom období v

niektorých krajinách expanduje podnikanie regionálnych dopravcov s prúdovými lietadlami.

- Regionálni dopravcovia najčastejšie poskytujú služby medzi malými regionálnymi letiskami a veľkými letiskami, prípadne medzi regionálnymi letiskami. V prvom prípade je úlohou regionálnych dopravcov zbieranie cestujúcich v rámci malých regionálnych letísk a ich doprava na veľké letiská, odkiaľ môžu prestupmi pokračovať do ďalších destinácií (integrácia do systému hub and spoke kooperujúceho dopravcu). Regionálni dopravcovia môžu poskytovať aj lety medzi menšími letiskami na decentralizovanom princípe v zmysle point – to – point prevádzky.

- Horizontálna spolupráca je typická pre viacerých regionálnych dopravcov. Horizontálna spolupráca medzi regionálnym leteckým dopravcom a kooperujúcim dopravcom vyplýva z funkcie zberania cestujúcich. Regionálni leteckí dopravcovia môžu fungovať aj ako nezávislé spoločnosti bez horizontálnej kooperácie.

- V malých lietadlách, ktoré využívajú regionálni dopravcovia, je výber cestovných tried zvyčajne obmedzený z dôvodu nedostatočnej kapacity kabíny a krátkeho trvania letov.

- Pretože ide zvyčajne o krátke lety, služby poskytované počas letu môžu byť redukované a ich spoplatnenie mimo ceny letenky je v závislosti od produktovej politiky konkrétnej spoločnosti prevádzkujúcej danú linku, resp. modelu väzieb medzi regionálnym leteckým dopravcom a kooperujúcou spoločnosťou.

- Funkcia napojenia na ďalšie lety vyplýva zo zásobovacej funkcie regionálnych leteckých dopravcov pre kooperujúcich leteckých dopravcov. V prípade letov bez zásobovacej funkcie (spojenia medzi (spravidla menšími) letiskami nie je funkcia napojenia na ďalšie lety relevantná.

- Distribučné kanály regionálneho dopravcu bývajú v prípade kooperácie s iným dopravcom, resp. dopravcami zdieľané, v opačnom prípade sa uplatňujú nezávislé distribučné kanály.

- Vernostné programy sú typické pre regionálnych dopravcov kooperujúcich s inými dopravcami.

- Regionálni leteckí dopravcovia pôsobiaci v segmente osobnej dopravy prepravujú náklad (najmä poštu) formou doklady do lietadiel.

Z uvedených atribútov regionálneho leteckého dopravcu pôsobiaceho v segmente osobnej dopravy vyplýva, že pojmom regionálny dopravca zastrešujeme varianty možných (sub)modelov podnikania v osobnej leteckej doprave<sup>3</sup>. Je prinajmenšom zarážajúce, že súčasný ekonomický výskum, ktorý sa zaoberá „celým“ spektrom modelov podnikania leteckých dopravcov od klasického ku nízko-nákladovému, sa nedostatočne venuje modelu podnikania regionálneho dopravcu [3], v niektorých prehľadových prácach sa tento model ako samostatný dokonca ani neuvádza [4]. Podľa stavu nášho súčasného poznania neexistuje komplexná štúdia modelov podnikania regionálnych leteckých dopravcov vo svete, ktorá by

obsahovala analýzu na základe dostupného inštrumentária najmä kvantitatívnych indikátorov [5]. Samotné atribúty modelu podnikania regionálneho leteckého dopravcu sú navyše vysvetľované, resp. komentované rozlične. Niektorí [1] napríklad za lietadlá s menšou kapacitou typickou pre regionálneho dopravcu považujú lietadlá s kapacitou 20 až 100 sedadiel [1], iní [6] tu zaraďujú aj lietadlá s kapacitou 8 až 20 sedadiel. Idea (sub)modelov podnikania regionálnych leteckých dopravcov je pre ekonomický výskum výzvou, aby zmapoval a porovnal atribúty modelu podnikania regionálnych leteckých dopravcov, stanovil tieto (sub) modely a verifikoval ich nástrojmi kvalitatívnej a kvantitatívnej analýzy. Otázka “Kto sú regionálni dopravcovia v osobnej leteckej doprave?” čaká na svoju odpoveď a je prvým z možných smerovaní budúceho ekonomického výskumu v tejto oblasti..

### III. PREHĽAD SÚČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY A NOVÉ SMERY VÝSKUMU

Okrem výskumu zameraného na atribúty modelov podnikania v osobnej leteckej doprave [1], [2], [5] vrátane regionálnych leteckých dopravcov sa výskum regionálnych dopravcov zameriava na:

- analýzu prevádzkovej a finančnej výkonnosti regionálnych leteckých dopravcov [6];
- porovnanie prevádzkovej klasických, nízko-nákladových a regionálnych dopravcov [7];
- na konkurenciu nízko-nákladových a regionálnych dopravcov na vybraných (origin-destination) trhoch so službami pravidelnej osobnej leteckej dopravy [8];
- na úlohu regionálnych dopravcov pri zabezpečovaní subvencovaných služieb osobnej leteckej dopravy (vo verejnom záujme) [9];
- modely väzieb medzi regionálnymi a tradičnými dopravcami [10].

Prítomnosť regionálnych dopravcov vo viacerých krajinách sveta a vo všetkých svetových regiónoch naznačuje, že uvedené zameranie výskumu môže mať globálne pokrytie. Z hľadiska krajín sme našli len jednu štúdiu [6], ktorá komplexnejšie identifikovala výkonnosť regionálnych leteckých dopravcov v Brazílii s použitím metódy DEA. Porovnaním prevádzkovej a finančnej výkonnosti klasických, nízko-nákladových a regionálnych dopravcov navzájom sa zaoberá štúdia [7], ktorá však pracuje s regionálnymi dopravcami v rámci 40 leteckých dopravcov celkom z troch svetových regiónov (vrátane spomínaných nízko-nákladových). Globálne pokrytie problému teda neexistuje. Podobne výskum zameraný na úlohu regionálnych dopravcov pri zabezpečovaní subvencovaných služieb osobnej leteckej dopravy [9] analyzuje situáciu v USA. Výskum konkurencie nízko-nákladových a regionálnych dopravcov na vybraných (origin-destination) trhoch so službami pravidelnej osobnej leteckej dopravy [8] sa zaoberá len stavom v USA a Európe, opomínajúc ostatné svetové regióny. Účinok

pravidelnej osobnej leteckej dopravy medzi menšími letiskami, ako napríklad Cape Air, Great Lakes, Silver Airways

<sup>3 3</sup> Wittman a Swelbar vo svojej štúdiu z roku 2013 používajú pojem ultra-regionálni leteckí dopravcovia a označujú ním regionálnych dopravcov nezávisle poskytujúcich služby

vertikálnej integrácie medzi regionálnymi dopravcami a klasickými dopravcami na hospodársku súťaž sa venuje štúdiá [10], avšak len v podmienkach odvetvia leteckej dopravy v USA.

Na základe prieskumu súčasnej vedeckej ekonomickej literatúry zameranej na regionálnych leteckých dopravcov sme identifikovali tieto perspektívne smery budúceho výskumu:

- stanovenie (sub)modelov podnikania regionálnych leteckých dopravcov,
- analýzy prevádzkovej a finančnej výkonnosti regionálnych leteckých dopravcov vo svetových regiónoch,
- komparácia prevádzkovej a finančnej výkonnosti regionálnych leteckých dopravcov vo svetových regiónoch voči klasickým a nízko – nákladovým dopravcom,
- analýza konkurencie medzi regionálnymi a nízko-nákladovými dopravcami,
- stanovenie modelov väzieb medzi klasickými a regionálnymi leteckými dopravcami a analýzy účinkov týchto modelov na hospodársku súťaž na trhoch so službami osobnej leteckej dopravy,
- analýza konsolidačných procesov v odvetví so zameraním na regionálnych dopravcov,
- modely väzieb medzi regionálnymi leteckými dopravcami a regionálnymi letiskami,
- úloha regionálnych leteckých dopravcov v poskytovaní služieb vo verejnom záujme vo svetových regiónoch,
- analýza príčin neúspechu podnikania regionálnych leteckých dopravcov vo svetových regiónoch (bankroty),
- analýza účinkov liberalizácie odvetvia leteckej dopravy na regionálnych leteckých dopravcov.

#### ZÁVER

Ekonomický výskum regionálnych leteckých dopravcov je podľa nášho názoru perspektívna oblasť ekonomického výskumu leteckej dopravy a jeho realizácia je nevyhnutná pre komplexné pokrytie dow-stream časti trahu so službami leteckej dopravy, akm bezpochyby patria aj regionálni leteckí dopravcovia. Na budúcom ekonomickom výskume regionálnych leteckých dopravcov, ktoré sme identifikovali v tomto príspevku, bude Katedra leteckej dopravy Fakulty prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej univerzity v

Žiline participovať formou diplomových prác, dizertačných prác a domácich a zahraničných vedecko-výskumných projektov.

**Tento príspevok je výstupom projektu KEGA 024 ŽU-4/2014 Nové ekonomické vzdelávanie pre manažérov leteckej dopravy.**

#### LITERATÚRA

- [1] EHMER, H. et al. 2008. Analysis of the European air transport market. Airline Business Models. DLR report.
- [2] MATERNA, M. 2016. Inovácie modelov podnikania pravidelných leteckých dopravcov. Diplomová práca, Katedra leteckej dopravy.
- [3] LOHMAN, G. a KOO, T. T. R. 2013. The airline business model spectrum. In: Journal of Air Transport Management 31.
- [4] CARMONA-BENITEZ, R. B. – LODEWIJKS, G. 2008. Literature review of the passenger airlines business models. Full service carrier, low cost carrier and charter airlines. TRAIL Research School Delft. Dostupné na internete: [repository.tudelft.nl/islandora/object/tuid...554b.../download](http://repository.tudelft.nl/islandora/object/tuid...554b.../download)
- [5] TOMOVÁ, A. 2013. Blending of Airlines Business Models: Really? In: AeroJournal - international scientific journal of air transport industry, číslo 1.
- [6] GRAMANI, M. C. 2011. Impact of regional airline's efficiency: a country – specific study over successive time periods. Dostupné na internete: <http://www.insper.edu.br/en/working-papers/working-papers-2011/impact-of-regional-airlines-efficiency-a-country-specific-study-over-successive-time-periods/>
- [7] de ARAUJO, JR. A. H. et al. 2007. An International Comparative Study of the Operational Performance of Full Service, Regional and Low-Cost Airlines. Dostupné na internete: [http://www.mec.ita.br/~clarissa/\\_private/\\_files/Paper%20EURO%20MA.pdf](http://www.mec.ita.br/~clarissa/_private/_files/Paper%20EURO%20MA.pdf)
- [8] FAGEDA, X – FLORES-FILOL, R. 2011. Air services on thin routes: Regional versus low-cost airlines. IREA Working Paper. Dostupné na internete: [http://www.ub.edu/irea/working\\_papers/2011/201123.pdf](http://www.ub.edu/irea/working_papers/2011/201123.pdf)
- [9] WITTMAN, M. D. – SWELBAR, W. S. 2013. Trends and Market Forces Shaping Small Community Air Service in the United States. Dostupné na internete: <https://www.lawa.org/uploadedFiles/ONT/pdf/Trends%20and%20Market%20Forces%20Small%20Community.pdf>
- [10] TAN, K. M. 2016. Pro-Competitive Vertical Integration: The Relationship between Legacy Carriers and Regional Airlines. Dostupné na internete: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2006468](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2006468)

# ASISTENČNÍ SYSTÉM PRO PODPORU VÝKONNOSTI PILOTA PŘI PŘISTÁVACÍM MANÉVRU

## ASSISTANCE SYSTEM FOR SUPPORT PILOT PERFORMANCE DURING THE LANDING MANEUVER

**Ing. Miroslav Šplíchal, Ph.D.**

Letecký ústav - Odbor leteckého provozu, Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně, Česká republika  
splichal.m@fme.vutbr.cz

**Ing. Jiří Chlebek, Ph.D.**

Letecký ústav - Odbor leteckého provozu, Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně, Česká republika  
chlebek@fme.vutbr.cz

**Abstract** – This article examines the main causes of accidents related to the landing and presenting possible solutions in the form of assistance system, which could help reduce the number of these accidents. Accidents landing in the category of light sport aircraft generally represent approximately 25% to 30% of all recorded accidents. These accidents are not fatal, but often lead to considerable damage to the aircraft. The ratio of accidents related to landing is relatively stable despite efforts to improve. Identified the main cause of these accidents is typically a pilot error resulting from a miscalculation of the situation. In the article a concept of possible assistance system, which has the potential to reduce the number of these accidents.

**Key words** – accident, landing, human error, system assistance.

### I. ÚVOD

Přistání je jedním z nejobtížnějších letových manévrů v provozu letounů s pevným křídlem. Tento fakt je potvrzen také statistikami nehod. Nehody ve fázi přiblížení a přistání obecně v letectví představují až 40% všech nehod letadel. Podobný podíl na nehodovosti je také v kategorii všeobecného letectví, kde dle statistik NTSB [1] tvoří nehody při přistání přibližně třetinu všech nehod. Na druhou stranu nejsou tyto nehody obvykle fatální jako ostatní kategorie nehod, tvoří jen zhruba 2-4% všech fatálních nehod, avšak mají největší podíl na hmotných škodách. Zvýšený počet nehod je dán skutečností, že do značné míry dochází k omezení volnosti manévrování s letadlem, nutnosti přizpůsobení se aktuálním vnějším podmínkám jako je vítr či překážky. Letadlo se při tom pohybuje nízkou rychlostí v malé výšce nad zemí, což dále zvyšuje riziko vzniku nehody. Každý pilot si musí během výcviku vytvořit vlastní návyky - pohybové automatismy a rozvinout schopnosti, které mu umožní správně odhadovat výšku nad terénem, plánovat letovou trajektorii a současně bezpečně ovládat letadlo ve fázi přiblížení na přistání a samotného přistání. Z tohoto důvodu je pro zvládnutí přistávacího manévru ve výcvikových osnovách pilotů vyhrazena téměř polovina celkového rozsahu..

### II. CHYBY PILOTŮ V PŘISTÁVACÍM MANÉVRU

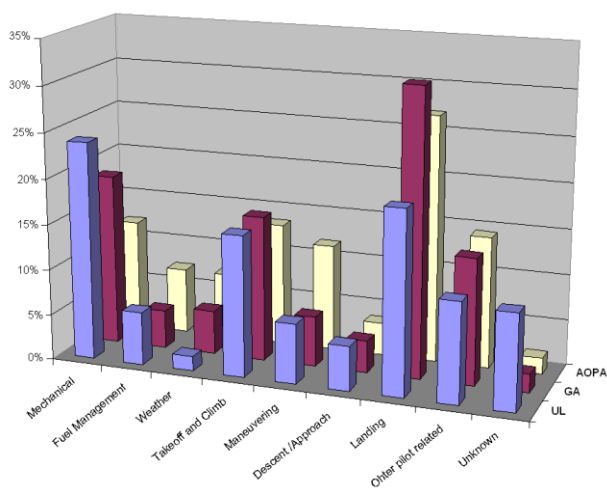
Fáze přistání tedy klade na člověka a jeho schopnost reagovat na náhlé změny letových parametrů vysoké nároky. Řada úkonů musí být prováděna instinktivně a je zde tedy velký prostor pro vznik chyb. Z analýz nehod vyplývá že chybují jak začínající, tak zkušenější piloti. Relativně stálý podíl nehod při přistání v různých kategoriích ukazuje na vrozenou náchylnost člověka k určitému typu chyb. Je obecně známo, že chybami pilotů jsou způsobeny přibližně ¼ nehod v letectví. [3] Termín „chyba pilota“ ale zakrývá hlubší příčiny, proč k nehodě došlo, a jejichž poznání je důležité pro následnou prevenci nehod. Proto, byl proveden rozbor a analýza nehod s cílem identifikovat hlavní příčiny chyb pilotů během přistání.

Na základě výsledků jsme dospěli k závěru, že zde existuje reálný prostor k nalezení řešení, jak snížit počty těchto nehod. Nabízí se dva základní přístupy, vyšší uvědomění si a zlepšení schopností pilotů, nebo aplikace asistenčních systémů, tedy přístupu, který je dnes široce aplikován v automobilovém průmyslu. Hlavní smysl tohoto přístupu by měl být v zajištění dostupnosti bezpečného rekreačního létání co největší skupině osob. Pokrok v miniaturizaci elektroniky a snižování cen dává prostor pro konstrukci asistenčních systémů, které by mohly být ekonomicky dostupné a mohly by přispět ke snížení počtu daného typu nehod.

Ve snaze eliminovat nehody při přistání je nezbytné poznat jejich příčiny, proto byla provedena analýza příčin nehod s cílem zjistit, k jakým typům chyb pilotů dochází během přistání nejčastěji. V námi zkoumaném vzorku 112 nehod ultralehkých letadel, a 152 nehod letadel GA, ke kterým došlo v období 2004 – 2014 v České republice, měla pouze jedna nehoda při přistání fatální následky. Toto potvrzuje nízkou fatalitu těchto nehod, avšak škody na letadlech jsou obvykle značné. Do studie byly započítány pouze ty nehody, kdy měl pilot možnost celý manévr správně zahájit. Nebyly započteny nehody, kdy pilot musel provést nouzové přistání mimo letiště z důvodu vysazení pohonné jednotky.

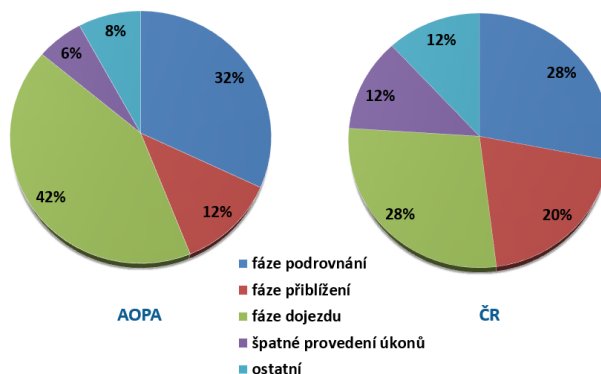
Výsledky analýzy nehod byly porovnány s jinými dostupnými statistikami. V tomto porovnání je patrný velmi

podobný procentuální podíl nehod způsobených chybami pilotů v kategorii ultralehkých letadel a letadel všeobecného letectví. Současně bylo provedeno porovnání s procentuálním rozložením nehod v kategoriích sledovaných organizací The Aircraft Owners and Pilots Association (AOPA) v kategorii rekreačních letadel, obrázek 1. Jelikož statistiky AOPA zahrnují velké množství nehod, byly námi zkoumané nehody klasifikovány podle taxonomie AOPA. Podobnost rozložení nehod způsobených piloty v jednotlivých kategoriích ukazuje na společný základ v chybách pilotů. Současně je z obrázku 1 patrné, že piloti nejvíce chybují právě při přistávacím manévru. Dále bylo zkoumáno, v jaké fázi přistávacího manévru piloti nejvíce chybují. Z grafu na obrázku 2 je patrné, že piloti nejvíce chybují právě ve fázi podrovnání a fázi dojezdu. Zde je nutné podotknout, že chyby způsobené v jedné fázi přistání se mohou plně projevit v následujících fázích přistání. K poškození letounu pak dochází až následkem kontaktu se zemí.



**Obrázek 1** – Průměrné rozložení leteckých nehod sportovních letadel zapříčiněné piloty, na základě údajů shromážděných organizací The Aircraft Owners and Pilots Association [AOPA] v porovnání s rozložením nehod zaznamenaných v České republice, v období 2004 – 2014 v kategorii GA a ultralehkých letadel

Při snaze kategorizovat chyby pilotů mezi jednotlivé fáze přistávacího manévru se významně projevila absence záznamových zařízení na palubách malých letadel. Závěrečné zprávy tak vychází z výpovědi pilota, posádky, případných svědků a také z charakteru poškození letounu. Tímto způsobem je možné stanovit pouze pravděpodobné příčiny, proč pilot chyboval, avšak řada důležitých okolností souvisejících s problematikou lidského činitele zůstává skrytá. Závěrečné zprávy z šetření jednotlivých nehod tak poměrně dobře popisují pravděpodobný průběh nehody, avšak vzhledem k absenci přesných informací o časovém průběhu nejsou dostatečně přesně zachyceny veškeré události, které předcházely nehodě a které mohly k jejímu vzniku přispět.

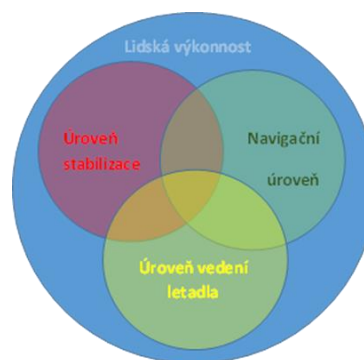


**Obrázek 2** – Rozdělení chyb mezi jednotlivé fáze přistání

### LIDSKÁ VÝKONNOST

Při pilotáži a zejména ve fázi přistání je třeba, aby měl člověk potřebnou výkonnost k provedení přistávacího manévru. Tuto lidskou výkonnost lze rozdělit do tří základních úrovní ovládnutí letadla:

- Úroveň stabilizace
- Úroveň vedení letadla
- Navigační úroveň



**Obrázek 3** – Úrovně lidské výkonnosti podílející se na ovládnutí letadla

Každá z těchto úrovní klade na člověka jiné nároky, aktivity na úrovni stabilizace jsou prováděny podvědomě prostřednictvím vypracovaných zautomatizovaných činností, které si pilot vypěstuje během výcviku. Na navigační úrovni je nezbytná velká míra zapojení vědomí a tato činnost spotřebovává mentální kapacitu. Čím je pilot zkušenější, tím snáze zvládá všechny tyto nároky, jelikož může využít již zažitých pravidel a postupů.

Některé studie, [5] které zkoumaly mozkovou aktivitu pilotů během přistání, prokázaly nižší úroveň mozkové aktivity, tedy nižší mentální zatížení u zkušených pilotů. Mozek těchto pilotů tedy dokázal lépe zpracovat informace související s přistávacím manévrem, než u méně zkušených nebo začínajících pilotů. Nicméně, rozborů nehod ukazují, že při přistání chybují jak zkušení, tak i začínající piloti s různou úrovní výcviku, z čehož lze usuzovat, že tyto chyby nejsou metodické ale, spíše plynou z nedostatečné výkonnosti pilota.

Chyby vznikající v jednotlivých fázích resp. v jednotlivých úrovních, bylo potřeba vhodně rozdělit, resp.

kategorizovat. J.Rasmussen (1983) [10] přispěl k vytvoření taxonomie chyb, které bývají označovány jako Model SRK (Skill, Rules, Knowledge) pro klasifikaci činnosti a chyb na bázi dovedností, pravidel a znalostí. Činnost člověka a chyby, kterých se dopouští lze rozřadit do tří kategorií:

**Činnosti založené na dovednosti:** člověk provádí rutinní, vysoce nacvičené úkoly, které lze charakterizovat jako automatizované. Vyjma nezbytné kontroly je takové chování spojeno s malým vědomým úsilím. Chyby na této úrovni vznikají z důvodu nedostatečného vnímání nebo vyhodnocení například výšky, rychlosti, tlaku na ovládací prvky. Často se tyto chyby projeví v kombinaci s odvedením pozornosti nebo při vyšší mentální zátěži. Tuto skupinu činností lze přiřadit aktivitám souvisejícími se stabilizací letu.

**Činnosti založené na pravidlu:** znamená řešení známé, nebo mírně modifikované situace, vzniklá situace je pilotovi známa anebo na ní byl vycvičen. Jde tedy o aplikaci jistých pravidel, protože jsou aplikovány známé principy. Chyby v této kategorii jsou spojeny se špatnou klasifikací situace, vedoucí k užití špatného pravidla, nebo s nesprávným vzpomínáním si na postupy. Typicky lze tyto činnosti asociovat s vedením a ovládním letadla.

**Činnosti založené na znalosti:** tento druh činnosti se odehrává v nových situacích, kdy nejsou vytvořena žádná aplikovatelná pravidla. Pilot má neúplné či nesprávné znalosti, situace je nová. Pilot musí k řešení používat analytického myšlení a uchovaných znalostí. Zde může jít například o situaci přistání na neznámém letišti, kdy je třeba rozhodnout o směru přistání, provedení přiblížení bez známých referenčních bodů. Při těchto činnostech dochází k vysokému mentálnímu zatížení. Tuto skupinu činností lze přiřadit aktivitám souvisejícím s navigací.

Model SRK tak představuje jednoduchou taxonomii chyb, existují modernější systémy taxonomie, které však vyžadují množství informací o příčinách vzniku chyby. [15] Tyto informace není možné vždy najít v závěrečných zprávách o šetření nehod. Vždy je však důležité spojit vnější formu chyby se základními mentálními procesy, které jí dávají vzniknout, neboť stejný způsob vnější chyby může být zaviněn řadou zcela rozličných základních příčin.

Přes různá omezení model SRK dobře postihuje, základní strukturu chyb. Četnost výskytu chyb pro jednotlivé úrovně je v tabulce 1. Tabulka byla sestavena na základě analýzy popisu průběhu jednotlivých nehod.

**Tabulka 1**

Hlavní příčina	Typická chyba	Procentní zastoupení
<i>Chyby na úrovni znalosti</i>	Převládá improvizace při přistání.	<b>44%</b>
<i>Chyby na úrovni pravidla</i>	Převládá opomenutí vysunout podvozek.	<b>32%</b>

<i>Chyby na úrovni dovednosti</i>	Převládá nesprávné určení výšky ve výdrži.	<b>24%</b>
-----------------------------------	--	------------

Je patné že dominují chyby vzniklé na úrovni znalostí, které souvisí s plánováním, kde se významně uplatňují vědomé funkce. V této souvislosti je také zajímavé, podle provedených studií, že asi 3/4 chyb jsou svými původci zjištěny. Šance na opravu chyb je nejlepší u dovednostní úrovně a nejnižší na úrovni znalostí. V zásadě jsou dva způsoby, jak může být chyba odhalena. V první řadě je to sebemonitorovací proces, který je neúčinnější na fyziologické a dovednostní úrovni, dále je to nezávislý kontrolní proces, zajištěný např. druhým člověkem nebo kontrolním mechanismem, který je velmi účinný ve stresových situacích. Důvod proč je minimum chyb odhaleno na úrovni znalostí, spočívá ve vyčerpání dostupné mentální kapacity. Při rozborech nehod se lze často setkat s problémem přílišné fixace na daný úkol, respektive na dosažení zvoleného cíle - přistání. Tedy, jakmile se pilot soustředí na své rozhodnutí dosáhnout daného cíle, může ztratit kapacitu odhalit počínající potenciálně nebezpečnou situaci a rozhodnout o včasných protipatřeních. Tento stav bývá označován jako tunelové vnímání. Člověk v tomto stavu často nesprávně interpretuje nebo odmítá hodnoty palubních přístrojů, které nezapadají do jím vytvořeného mentálního modelu situace. Jako účinné opatření proti tomuto stavu se jeví systém blokace, která neumožní dále pokračovat, dokud není chyba odstraněna. Takovéto opatření je ale nemožné u přistávacího manévru aplikovat. Alternativou je prostřednictvím automatizace a asistence zvýšit výkonnost a rezervy v mentální kapacitě tak, aby pilot měl dostatečnou výkonnost pro úspěšné zvládnutí přistávacího manévru. Důležitá je zde i forma varování, kdy například pouze tónové signály nejsou dostačující z důvodu jejich možné záměny. Dnešní rozvoj elektroniky a zvyšující se výpočetní výkon umožňuje připravovat mnohem pokročilejší systémy automatizace využívají technologie umělé inteligence a strojového učení, jenž se mohou stát významným pomocníkem pilota a včas zachytit blížící se potenciální nebezpečí, které budou brzy aplikovatelné i do malých letadel.

#### **SYSTÉM PODPORUJÍCÍ SPRÁVNÉ ROZHODNUTÍ PILOTA**

V rámci snah o snížení počtu nehod menších letadel a zvýšení bezpečnosti jejich provozu, jsme začali zkoumat, zda by bylo možné vytvoření letecké analogie dnes již běžným jízdním asistujícím systémům, které byly nasazeny s cílem redukovat počet dopravních nehod. Jejich paleta sahá v dnešní době od systémů navigačních, přes systémy napomáhající příčnému a podélnému vedení automobilu až po systémy, které zlepšují vidění řidiče nebo sledující pozornost řidiče. Tyto systémy, do jejichž vývoje investují automobilky značné finanční prostředky, mají přispívat ke zvýšení bezpečnosti, v případech kdy řidič chybí při příjmu nebo zpracování informace, chybně reaguje a provádí nesprávné úkony, nebo je příliš nebo naopak velmi málo zatížen.

V oblasti letectví je tvorba podobných systémů velmi komplikovaná s ohledem na velkou volnost pohybu letadla a tedy velmi složitého popisu situací, kdy mají podobné asistenční systémy spustit signalizaci nebo nějak zasáhnout. Nicméně i zde



se již začínají různé systémy, které pilotovi pomáhají zejména v oblasti navigace, objeovat.

S ohledem na výše uvedené rozborů nehod, kde poměrně značný počet daného typu nehod byl způsoben špatným odhadem výšky ve fázi výdrže, jsme zkoumali možný přínos systému, který pilotovi signalizuje výšku letadla nad terénem. S konceptem podobného systému se lze setkat ve studii [14], ve které skupina pilotů, kterým byla poskytnuta informace o přesné výšce nad terénem dosahovala lepších výsledků v porovnání se skupinou, která tuto informaci neměla. Podobným systémem založeným na rádiovýškoměru jsou vybavena zejména dopravní letadla. Pro kategorii všeobecného letectví jsou však rádiovýškoměry stále velmi nákladná zařízení, která mohou být rovněž zdrojem elektromagnetického rušení.

Z tohoto důvodu byl hledán jiný vhodný systém přesného měření výšky letadla nad terénem. Z různých možností byl vybrán modifikovaný laserový dálkoměr, jenž je schopen stanovit vzdálenost od dané roviny s centimetrovou přesností. Nevýhodou tohoto zařízení je omezený dosah jen do výšky asi 30 metrů a bodové měření, které může být ovlivněno různými nerovnostmi daného povrchu. Z tohoto důvodu musí být data změřená laserovým dálkoměrem dále zpracována a filtrována prostřednictvím mikropočítače a následně předávána do signalizační jednotky.



Obrázek 4 – Zkušební instalace laserového výškoměru

Jelikož pozornost pilota během přistání musí směřovat mimo palubní desku, byla testována signalizace založená na akustických tónech a signalizace kombinující jak akustické tóny, tak vizuální informaci prostřednictvím sloupců led diod. Funkce systému byla ověřována jak na letovém simulátoru, tak v reálném prostředí instalací systému na UL letoun.



Obrázek 5 – Optická indikace výšky pomocí LED diod

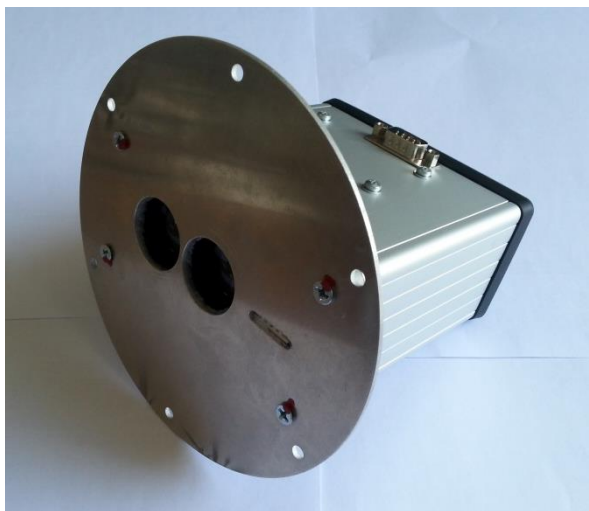
#### ZKUŠENOSTI Z TESTOVÁNÍ

První verze systému a jeho signalizace výšky byly zkoušeny na bázi komerčního simulátoru MS Flight Simulator X. Zde systém usnadňoval přistání, avšak pro vizuálně řízené přistání bylo vnímání výšky na 2D zobrazovači diametrálně odlišné od skutečnosti, rovněž mentální zátěž pilota, který ví, že při přistání nehrozí riziko katastrofy, je jiná než u pilota ve skutečném letadle. Nicméně tyto úvodní testy ukázaly, že není vhodné používat kontinuální změnu tónu, ale je vhodnější použít několik jednoznačně odlišitelných tónů pro různé úrovně výšky. S ohledem na jejich snadnou zapamatovatelnost byly pro letovou verzi použity tři tónové úrovně. Hlubší přerušovaný tón při dosažení výšky 1 m, který má upozornit pilota na blížící se povrch, dále vyšší přerušovaný tón který zní v rozsahu výšek 0,6 – 0,2 m s cílem usnadnit udržování výšky při výdrži a nepřerušovaný vysoký tón ve výšce 0,2 až 0 m. Výšky signalizace byly voleny s ohledem na místo instalace a zvolený typ letounu.

Další testy proběhly na ultralehkém letadle v reálném provozu. Zde zkoušený systém prokázal funkčnost v reálném prostředí a během 20 testovacích letů poskytoval přesnou informaci o výšce letounu v průběhu přechodového oblouku a výdrže. Vzhledem k přesnosti měření bylo možné ze signalizovaného tónu poznat, okamžik, kdy dojde k dosednutí letounu, nebo zda je předřové kolo v bezpečné výšce nad povrchem v důsledku změny výšky senzoru, zde byl zvolen jiný tón signalizace. Systém prokázal schopnost snížit stres zejména pilotů s nižším náletem hodin. Piloti, kteří zkoušeli systém, poukázali na nutnost znát jednotlivé tónové signalizace a nebezpečí jejich možné záměny, proto byl přidán signalizační sloupec led diod, který bylo možné umístit do zorného pole pilota obr 5.

V současnosti se připravuje verze, která bude zastavěna do letounu a která bude připravena ke komplexnějšímu hodnocení přínosů uvedeného zařízení. Systém bude rozšířen o sledování letových parametrů, jako je rychlost letu a rychlost klesání a současně také monitorováním stavu letadlových systémů. Na základě těchto parametrů bude systém schopen rozhodnout, zda pokračování v přistání je bezpečné, v opačném případě bude aktivovat výstrahu.

Velmi důležitý v tomto případě bude návrh interakce člověk-stroj, který bude probíhat na základě testů s vyšším počtem pilotů s různými úrovněmi zkušeností.



**Obrázek 6** – Prototyp sensoru laserového výškoměru



**Obrázek 7** – Komponenty systému prototypu laserového výškoměru (zobrazovací jednotka, sensor, datová sběrnice)

Asistenční systém může být dobrým pomocníkem, který zlepší schopnosti pilota správně odhadnout výšku ve fázi výdrže, současně však takovýto systém vyžaduje důvěru ze strany pilota, což ovlivňuje jeho povědomí o situaci, a předpokládá adekvátní porozumění systému (znalost technické funkce systému). Na druhou stranu hrozí nebezpečí, že úroveň porozumění systému může být do takové míry mylná, že dojde k nehodě vlivem přehnaného spoléhání se na techniku. Pilot může předpokládat, že systém správně určí výšku vždy, ale vzhledem k principům měření může nad některými povrchy docházet k nesprávné funkci, přitom důvěra pilota ve funkci asistujícího systému je nutná k využití jeho výhod. Nalezení správného nastavení systému je předmětem dalších zkoušek.

### III. ZÁVĚR

Nehody během přistávacího manévru představují významnou skupinu všech nehod ve všeobecném letectví. Tyto nehody vznikají v důsledku chyb pilota. I přes snahy o snížení jejich četnosti zůstává víceméně konstantní. Provedené zkoumání příčin lidských selhání prokázalo, že za většinou nehod, ve 44%

případů, je nedostatečná výkonnost pilota vzniklá většinou v důsledku aplikace nedostatečně nacvičených postupů. Chyby vzniklé v důsledku špatného odhadu se vyskytují ve 24% případů. Tuto skupinu chyb by bylo možné eliminovat pomocí asistenčního systému, který dokáže velmi přesně měřit výšku letadla nad povrchem. Ačkoliv podobná zařízení se stávají součástí vyspělých aviatických systémů, vysoká cena brání jejich masovému rozšíření. Vyvíjený systém je koncipován tak, aby dokázal využít levných, hromadně vyráběných komponent a mohl poskytnout cenově dostupné řešení asistenčního systému, který může mít potenciál snížit nehodovost při přistávacím manévru. Zpětně také může moderní avionika poskytnout lepší pohled na příčiny chyb pilotů u letadel všeobecného letectví.

Další aktivity v řešeném projektu budou směřovat k optimálnímu nastavení rozhraní člověk-stroj.

### POĎAKOVANIE

Článek byl vytvořen v rámci řešení projektu TA04030510 - Asistenční systémy k podpoře správných rozhodnutí pilota zvyšující bezpečnost provozu malých civilních letounů..

### LITERATÚRA

- [1] [http://www.nts.gov/\\_layouts/ntsb.aviation/index.aspx](http://www.nts.gov/_layouts/ntsb.aviation/index.aspx)
- [2] REASON, J. Human Error. Cambridge : Cambridge University Press, 1990
- [3] WIEGMANN, D. A. and Shappell, S. A., "A Human Error Analysis of Commercial Aviation Accidents Using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)," Tech. rep., Federal Aviation Administration, Oklahoma City, OK, 2001.
- [4] LI G, BAKER SP, Grabowski JG, Rebok GW. Factors Associated with Pilot Error in Aviation Crashes. Aviation, Space and Environmental Medicine. 2001
- [5] ISON DAVID C. Comparative Analysis of Accident and Non-Accident Pilots, Journal of Aviation Technology and Engineering 4:2 (2015) 20–31, Available online at <http://docs.lib.purdue.edu/jate>
- [6] SIMONS, R. C., (1996). Boo!: Culture, experience, and the startle reflex. USA: Oxford University Press.
- [7] MEISTER, D. (1971) Human Factors. Theory and Practice, Wiley
- [8] WOODSON, W., Tillman, B., Tillman, P. (1981) Human engineering design
- [9] WIEGMANN, D. A. and SHAPPELL, S. A., A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System, Ashgate Publishing Ltd, 2003.
- [10] RASMUSSEN, J. Information Processing and Human-machine Interaction : an Approach to Cognitive Engineering. New York : North-Holland, 1985.
- [11] EINTHOVEN, P. and CHAN, M., "Energy management," in Proceedings of the AHS Flight Control and Crew Design

Technical Specialists Meeting, (Philadelphia, PA), Oct. 2002.

- [12] HORN, J., CALISE, A. J., and PRASAD, J. V. R., "Flight envelope limiting systems using neural networks," in Proceedings of AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference, (Boston, MA), May 1998. AIAA-1998-4459, A98-3720410-08
- [13] YAVRUCUK, I., Adaptive Limit Margin Detection and Limit Avoidance. PhD thesis, Georgia Institute of Technology, School of Aerospace Engineering, July 2003
- [14] BENBASSAT D. Comparative Approach to Pilot Error and Effective Landing Flare Instructions, International Journal of Comparative Psychology, 15(2), 2002

# *BIZNIS MODEL: LINGVISTICKÁ ANALÝZA POJMU A REFLEXIA V LETECKEJ DOPRAVE*

## *THE BUSINESS MODEL: LINGUISTIC ANALYSIS AND REFLECTION CONCEPT IN AIR TRANSPORT*

*Doc. Ing. Anna Tomová, CSc.*

Katedra leteckej dopravy, Fakulta PEDAS, Žilinská univerzita v Žiline, Slovenská republika  
anna.tomova@fpedas.uniza.sk

*Ing. Matúš Materna*

Katedra leteckej dopravy, Fakulta PEDAS, Žilinská univerzita v Žiline, Slovenská republika  
matus.materna@fpedas.uniza.sk

**Abstract** – The paper contains a comparative linguistic analysis of the term business models using the definitions from seventeen scientific papers. Based on the analysis, we created a new “common” definition of the term stemming from the most frequent words in the analyzed definitions. Subsequently, we provide an overview of the term “business model” in the scientific literature devoted to air transportation. Our findings confirm that business model as a term is being widely used and reflected in the field of air transportation research. With regard to the processes of commercialization, corporatization and privatization of airports and air navigation services providers we can expect the term business model more frequent in this context.

**Key words** – business model, linguistic analysis, air transportation, definitions

### **I. ÚVOD**

Termín biznis model (ďalej tiež model podnikania) získal v podnikateľskej a akademickej komunite v posledných rokoch značnú popularitu. Boli vytvorené desiatky definícií a vysvetlení tohto pojmu, ktoré sa sčasti prekrývajú, ale aj líšia. V tomto príspevku prezentujeme výsledky lingvistickej analýzy viacerých definícií tohto pojmu, vlastnú definíciu a štatistiku používania pojmu vo vedeckých článkoch venovaných leteckej doprave v databáze Scencedirect.

### **II. ETAPIZÁCIA POUŽÍVANIA POJMU A PREHEAD DEFINÍCIÍ**

V používaní pojmu biznis model DaSilva a Trkman [1] rozlišujú tri základné vývojové etapy. Prvá etapa v rokoch 1957 – 1990 bola obdobím vzniku a sporadického používania pojmu, druhá etapa v rokoch 1990 – 1999 je označovaná ako dot-com obdobie<sup>4</sup> a od roku 2000 hovoríme o súčasnom období, ktoré charakterizuje nárast frekvencie v používaní pojmu biznis model. Podľa [1] bol pojem biznis model prvýkrát spomenutý Richardom Bellmanom v jeho vedeckom článku z roku 1957. Článok skúmal možnosti tvorenia cvičení zameraných na podnikanie (v origináli „*business games*“). Tento pojem bol v článku spomenutý iba raz, a to konkrétne vo vete: „Pri konštruovaní týchto modelov podnikania nás trápí omnoho viac problémov, akým kedykoľvek čelili inžinieri“ (v origináli: „*And many more problems arise to plague us in the construction of these business models than ever confronted an engineer.*“). Pojem je v tejto publikácii spojený s reprezentáciou reality, simuláciou skutočného sveta prostredníctvom teoretického modelu. Autori [1] ďalej hovoria, že Gardner M. Jones v roku 1960 napísal prvý vedecký článok, ktorý niesol vo svojom názve pojem biznis model. Článok kladie otázky zamerané na to, ako by mali byť študenti z odboru zameraného na podnikanie vzdelávaní a ako by im mali byť predstavované nové technológie. V samotnom článku ale už tento termín použitý nebol. S rapidným rozvojom informačných a komunikačných technológií a vývojom internetových spoločností ale termín začiatkom 90-rovok veľmi rýchlo získal na dôležitosť nie len medzi akademikmi, ale aj v praxi mnohých spoločností, najmä tých, ktoré sa v tom období venovali inovatívnym technológiám a spôsobom podnikania. V tabuľke 1 uvádzame prehľad sedemnástich definícií pojmu biznis model, ktoré sme následne podrobili lingvistickej analýze zameranej na najfrekventovanejšie slová použité v definíciách uvedených autorov.

<sup>4</sup> Označenie pre obdobie, počas ktorého narástla hodnota takzvaných dot-com spoločností podnikajúcich v oblasti

internetu. Po ochladení hodnota prudko klesla (praskla) a veľa spoločností skrachovalo.

**Tabuľka 1- Prehľad definícií pojmu *business model* podľa vybraných autorov** Zdroj: [2], [3], [4] a vlastné spracovanie.

Autor(i) a rok publikovania	Definícia pojmu (originál)	Definícia pojmu (preklad)
Mahadevan (2000)	a unique combination of two streams that relate to business activity of the enterprise; the first of them is value oriented at business partners and customers, the other is revenue flow and the third is the logistics flow, composed of the number of components in the supply chain	unikátna kombinácia dvoch prúdov spojených s obchodnou aktivitou spoločnosti; prvý z nich je hodnota orientovaná na obchodných partnerov a zákazníkov. Druhý je tok príjmov a tretí je logistický tok, zostavený z počtu komponentov v reťazi dodávok
Hamel (2000)	a composition interrelated with customers, composed of a key strategy, strategic resources and networks of value	kompozícia vzájomného prepojenia so zákazníkmi, zložená z kľúčovej stratégie, strategických zdrojov a hodnotových sietí
Afuah, Tucci (2001)	a method adopted by the enterprise in order to increase and utilize resources, aimed at presentation of the range of products and services with the value higher than in the competitors and ensuring profitability for the enterprise	metóda osvojená spoločnosťou za účelom zvýšenia a využiteľnosti zdrojov, zameraná na prezentáciu rozsahu produktov a služieb, s hodnotou vyššou ako u konkurencie, zaisťujúca profitabilitu spoločnosti
Amit, Zott (2001)	a presentation of contents, structures and principles of management of transactions in order to create value through utilization of business opportunities	prezentácia obsahu, štruktúry a princípov manažmentu transakcií za účelom vytvárania hodnoty prostredníctvom obchodných príležitostí
Oblój (2002)	a systematic concept which includes a number of components which are included in the type of competitive advantage, major resources and competencies that represent the substance of operation in the enterprise and configuration of the value chain	systematický koncept, ktorý zahŕňa množstvo komponentov, ktoré sú zahrnuté v type konkurenčnej výhody, hlavných zdrojoch a kompetenciách, ktoré reprezentujú operačnú zložku v spoločnosti a konfiguráciu reťazca hodnôt
Magretta (2003)	a set of assumptions that allow organizations to perform activities to create value for all the enterprises it depends on, which means that a specific organization does not create the value only for the customers	súbor predpokladov, ktoré dovoľujú spoločnosti vykonávať aktivity na vytváranie hodnôt pre všetky činnosti, ktoré na tom závisia, to znamená, že daná spoločnosť nevytvára iba hodnoty iba pre zákazníkov
Rappa (2004)	a method to perform business activities, expressed by determination of the method to create value, definition of the place of the enterprise among partners in the value chain and identification of the form of cooperation with customers that generate revenues	metóda na vykonávanie obchodných aktivít vyjadrená determinantom metódy na vytváranie hodnoty, definícia spoločnosti v rámci partnerov identifikácia formy spolupráce so zákazníkmi, čo generuje výnosy
Afuah (2004)	activities carried out by the enterprise and the methods and time of these activities while using the resources that lead to creation of the highest value for the customer (reflected by low costs or unique)	činnosti vykonávané spoločnosťou a metódy a čas týchto aktivít, počas používania zdrojov vedúcich k vytvárania čo najvyššej hodnoty pre zákazníka
Nogalski (2009)	a developed form of the organizational model of enterprise management	vývojová forma organizačného modelu manažmentu spoločnosti
Osterwalder, Pigneur (2010)	a method used by the organization to create, supply and capture the value	metóda používaná organizáciou na vytvorenie, dodanie a zachytenie hodnoty

Chesbrough (2010)	(1) it expresses a proposal of value for the customers; (2) it identifies and defines the market segments and mechanisms for generating incomes; (3) it determines the structure of the value chain required for creation and distribution of the range of products offered and determines complementary assets necessary for supporting the position in this chain; (4) it determines the structure of costs and potential income; (5) it describes the position of the enterprise in the network of value that connects the suppliers and customers; (6) it formulates the competitive strategy that supports innovations in order for the enterprise to obtain and maintain the competitive advantage	(1) vyjadruje návrh hodnoty pre zákazníka; (2) definuje trhové segmenty a mechanizmy na generovanie príjmov; (3) determinuje štruktúru hodnotového reťazca potrebného pre vytvorenie a distribúciu rozsahu ponúkaných produktov a určuje doplnkové aktíva potrebné pre podporu pozície v reťazci; (4) determinuje štruktúru nákladov a potenciálnych príjmov; (5) popisuje pozíciu spoločnosť v sieti hodnôt, ktorá spája dodávateľov a zákazníkov; (6) formuluje konkurenčnú stratégiu ktorá podporuje inováciu za účelom získania a udržania konkurenčnej výhody
Bieger, Reinhold (2011)	basic principles of logics used by the organization to create value, thus determining: (1) a range of products offered by the organization that represent the value for the customer; (2) a method used to create this value in an organization; (3) a method used to transfer the value to customers; (4) a method used to "capture" the value by the organization in the form of profits; (5) a method used to distribute the generated value among stakeholders in the organization, and (6) the basic logics of operation that leads to further creation of value and ensures sustainable development in the business model in the future	základné logické princípy používané spoločnosťou za účelom vytvorenia hodnoty. Zahŕňa: (1) rozsah produktov ponúkaný spoločnosťou, čo reprezentuje hodnotu pre zákazníka; (2) metóda používaná na vytvorenie danej hodnoty v spoločnosti; (3) metóda používaná na prenesenie hodnoty zákazníkom; (4) metóda používaná na zachovanie hodnoty organizáciou, ktorá je vo forme ziskov; (5) metóda používaná na distribúciu generovanej hodnoty medzi akcionárov spoločnosti; (6) základná logika prevádzky ktorá vedie k ďalšiemu vytváraniu hodnoty a zabezpečuje udržanie vývoja v rámci budúcnosti
Falencikowski (2012)	a relatively secluded, multi-component conceptual object, which describes running business through determination of logics of creating value for the customer and capturing the part of this value by the enterprise	relatívne odlúčený, viac prvkový konceptuálny objekt, ktorý popisuje chod spoločnosť prostredníctvom vymedzenia logiky vytvárania hodnoty pre zákazníka a zachytenia časti tejto hodnoty spoločnosťou
Jabłoński (2014)	logics of utilization of resources and performing the activities that guarantee the ability for creation, development and achievement of the set objectives in the enterprise	logika využitia zdrojov a vykonávanie aktivít, ktorá garantuje schopnosť pre tvorenie, vývoj a dosiahnutie skupiny cieľov v spoločnosti
Zagoršek (2013)	podnikateľský model je dôležitým nástrojom manažmentu, pretože opisuje ako podnik funguje, ako vytvára hodnotu, ako je za túto hodnotu kompenzovaný a súčasne umožňuje implementáciu stratégie. Podnikateľský model má každý podnik, či už o tom explicitne vie, alebo nie.	business model is an important tool for management, because it describes how enterprise works, creates value, how it is compensated and along with it business model allows implementation of strategy. Every enterprise has their own business model, it does not matter if enterprise explicitly knows about it or not
Shafera, Smitha, Linder (2005)	a representation of a firm's underlying core logic and strategic choices for creating and capturing value within a value network	reprezentácia základnej logiky a strategických rozhodnutí spoločnosti, za účelom udržania hodnoty v rámci hodnotovej siete

Amit, Zott (2010)	bundle of specific activities that are conducted to satisfy the perceived needs of the market, including the specification of the parties that conduct these activities	súbor špecifických aktivít, ktoré sú vykonávané za účelom uspokojenia vnímaných potrieb trhu, zahŕňajúci špecifické skupiny ktoré tieto aktivity vykonávajú
-------------------	---	---

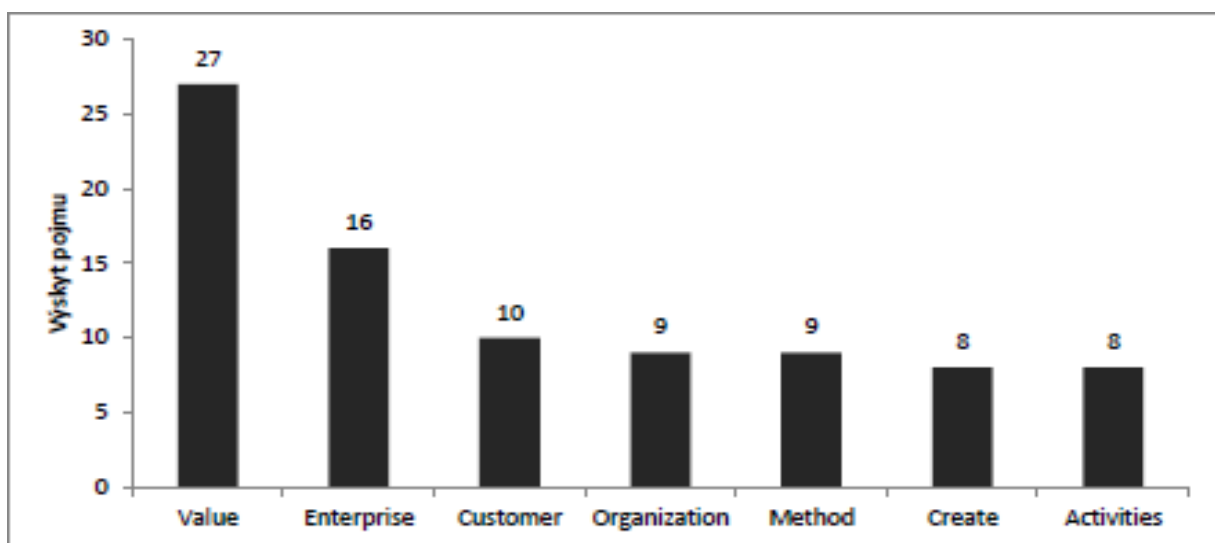
#### VÝSLEDKY LINGVISTICKEJ ANALÝZY A NOVÁ DEFINÍCIA

Tabuľka 2 obsahuje výsledky lingvistickej analýzy definícií pojmu biznis model podľa autorov uvedených v tabuľke 1. Lingvistická analýza bola zameraná na 1 používanie siedmich

najpoužívanejších slov v definíciách, ktorými boli slová hodnota, podnik zákazníci, organizácia, metóda, tvoriť a aktivity. V obrázku 1 sú najpoužívanejšie slová v definíciách zobrazené z hľadiska frekvencie ich výskytu.

Tabuľka 2 – Table description table description table description [Zdroj: vlastné spracovanie]

	Value	Enterprise	Customer	Organization	Method	Create	Activities
	Hodnota	Podnik	Zákazníci	Organizácia	Metóda	Tvoriť	Aktivity
Mahadevan	1	1	1				1
Hamel	1		1				
Afuah, Tucci	1	2			1	1	
Amit, Zott	1			2			
Oblóž	1	1				2	
Magretta	2	1	1				1
Rappa	2	1	1		2	1	1
Afuah	2	2	1		1		2
Nogalski		1		1			
Chesbrough	3	2	2				
Osterwalder, Pigneur	1			1	1	1	
Bieger, Reinhold	7		2	5	4	2	
Falencikowski	2	1	1				
Jabłoński		1					1
Zagoršek	1	3				1	
Shafera, Smitha, Linder	2						2



Obrázok 8 Prehľad výskytu najpoužívanejších slov v analyzovaných definíciách pojmu biznis model [Zdroj: vlastné spracovanie]

Na základe lingvistického rozkladu všetkých definícií z tabuľky číslo 1, je jasne viditeľné, že najpoužívanejšie slovo v rámci vybraných definícií je „value“ (v preklade: *hodnota*). Podstatné meno „value“ bolo použité až 27 krát a bolo obsiahnuté v 15 definíciách z celkového počtu 17. To hovorí o tom, že pojem biznis model je najčastejšie spájaný s hodnotou. Zvyčajne je používaný v spojení s jej udržaním, vytvorením, resp. zachytením. Druhým najčastejšie použitým slovom, je podstatné meno „enterprise“ (v preklade: *podnik*). V tabuľke číslo 1 je viditeľné, že ako synonymum slova „enterprise“ sa často používalo podstatné meno „organization“, (v preklade: *organizácia, podnik*). Spolu sa tieto dva výrazy nachádzajú v 15 z 17 definícií a k ich prieniku (použitiu oboch slov v jednej definícií) došlo len v jednom prípade. Tretím najpoužívanejším pojmom je slovo „customer“ (v preklade: *zákazník*). Použilo ho v 8 zo 17 definícií. Dá sa teda povedať, že pojem biznis model je spájaný nielen priamo s podnikom, ale aj s jeho vonkajším správaním sa, teda s prístupom k zákazníkom. Medzi ďalšie najčastejšie používané slová patria: „method“ (v preklade: *metóda*), „create“ (v preklade: *tvoriť*), „activities“ (v preklade: *aktivity*). Na základe lingvistického rozboru pojmusme vytvorili vlastnú a takisto „spoločnú“ definíciu pojmu model podnikania, ktorá je prienikom množín najčastejšie používaných slov v spojení s termínom biznis modelom:

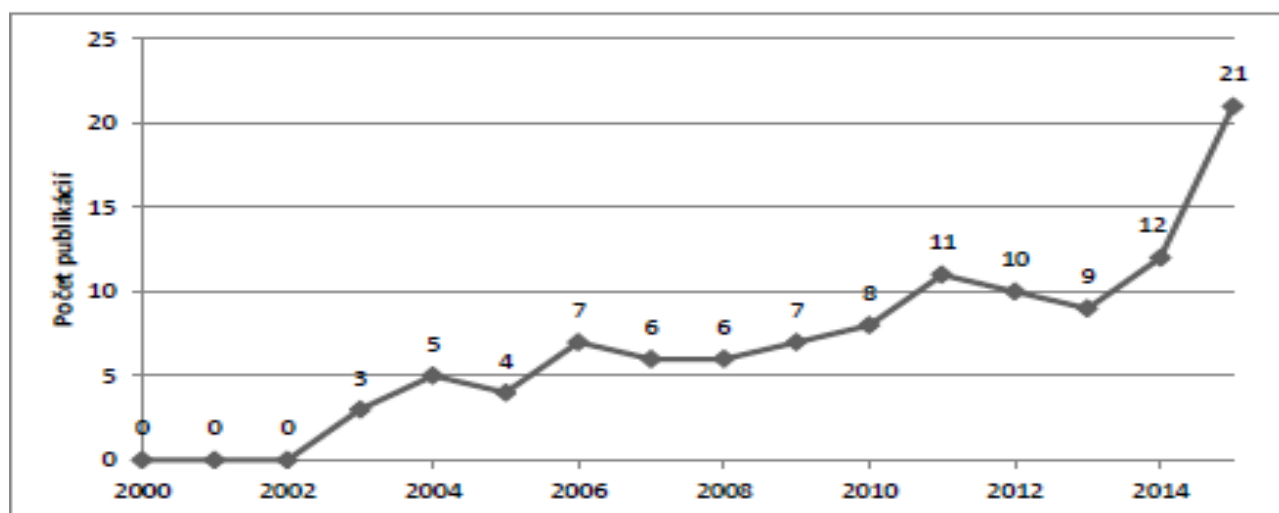
„Biznis model (model podnikania) model je spôsob (metóda) podnikania vyjadrená činnosťami a organizáciou podniku,

ktorými sa vytvára hodnota pre zákazníka, generujúca podniku zisk.“

### III. REFLEXIA POJMU BIZNIS MODEL VO VÝSKUME LETECKEJ DOPRAVY

Problematika biznis modelov sa v počiatkoch dotýkala leteckej dopravy len okrajovo a počet vedeckých článkov zameraných na skúmanie biznis modelov leteckých dopravcov bol veľmi nízky. Silne regulované trhy a s tým spojená minimálna konkurencia, netvorili vhodné prostredie pre rozvoj a skúmanie problematiky. Zmena v tomto trende nastala až s príchodom liberalizácie (deregulácie) trhov s pravidelnou leteckou dopravou v USA (1978) a Európe (1984 -1993). Liberalizácia priniesla otvorenie trhov a s tým spojené postupné vytváranie konkurenčného prostredia. Práve tieto skutočnosti prispeli k rozvoju skúmania problematiky biznis modelov ako nástroja pre získanie konkurenčnej výhody. Ako vhodný príklad sa dajú uviesť nízko-nákladové spoločnosti Southwest Airlines (USA) a Ryanair (Írsko). Na liberalizované trhy s leteckou dopravou priniesli nízko-nákladový biznis model, ktorý predstavoval inováciu modelov podnikania v pravidelnej leteckej doprave. Práve komerčný úspech Southwest Airlines a Ryanair prispel k rozvoju skúmania problematiky biznis modelov.

Obrázok 2 ukazuje rastúci počet vedeckých článkov, ktoré obsahujú slovné spojenie „airline business model“ z databázy vedeckých publikácií [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).



**Obrázok 2** – Počet vedeckých publikácií vo [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) zameraných na modely podnikania leteckých spoločností [Zdroj: vlastné spracovanie]

Prvé články týkajúce sa skúmania biznis modelov leteckých dopravcov sa zameriavali na inovatívne biznis modely nízko-nákladových leteckých spoločností, ako boli Southwest alebo Ryanair. Články skúmali konkurencioschopnosť nízko-nákladových biznis modelov vzhľadom k biznis modelom tradičných dopravcov so stabilizáciou a pomerne veľkým úspechom nových nízko-nákladových modelov na deregulovaných trhoch v USA a Európe začali výskum venovať pozornosť problematike ich aplikácie aj na trhoch v Ázii a iných svetových regiónoch. Pretože sa ukázalo, že existujúce biznis modely nemohli byť aplikované na nové trhy bez výrazných zmien, začalo sa takto diskutovať o potrebe inovácií a hybridizáciách už existujúcich modelov podnikania leteckých spoločností. Práve problematika inovácií a hybridizácie modelov podnikania leteckých spoločností je kľúčovým smerovaním výskumu v tejto oblasti. V súvislosti s pojmom model podnikania v leteckej doprave je však potrebné pripomenúť, že procesy komercializácie, korporatizácie a privatizácie letísk a poskytovateľov leteckých navigačných služieb vytvárajú

priestor pre skúmanie problematiky v infraštruktúrnej časti leteckej dopravy. Z tohto dôvodu môžeme očakávať vyššiu frekvenciu pojmu biznis model a výskumu zameraného na modely podnikania leteckých infraštruktúrnych leteckých podnikov v najbližšom desaťročí.

### IV. ZÁVER

Uskutočnené analýzy a ich výsledky nás privádzajú k záveru, že biznis model ako nástroj získavania konkurenčnej výhody bude v budúcnosti kľúčový pre úspešnosť na trhoch so službami leteckej dopravy, teda v down-stream časti odvetvia leteckej dopravy a že výskum v tejto oblasti sa bude zameriavať najmä na procesy hybridizácie a inovované modely podnikania leteckých dopravcov. Zároveň očakávame, že prebiehajúce procesy komercializácie, korporatizácie a privatizácie letísk a poskytovateľov leteckých navigačných služieb (časť up-stream) odvetvia zintenzívnia záujem leteckej praxe a akademického výskumu aj o biznis modely leteckých infraštruktúrnych podnikov.



**Tento príspevok je výstupom projektu KEGA 024 ŽU-4/2014  
Nové ekonomické vzdelávanie pre manažérov leteckej  
dopravy.**

#### LITERATÚRA

- [1] DASILVA, C. M. a TRKMAN, P. 2013. *Business Model: What It Is and What It Is Not*. In: *Long Range Planning* [online]. 2013, číslo 47. Dostupné na internete: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0024630113000502>
- [2] GRABOWSKA, M. 2015. *Value As A Principal Dimension In Business Model*: vedecký článok [online]. Czestochowa: University of Technology. Dostupné na: <http://iises.net/proceedings/international-academic-conference-rome/table-of-content/detail?cid=10&iid=60&rid=3800>
- [3] ZAGORŠEK, B. 2013. *Business Model Visualization*: Bratislava: UK, 2013. Dostupné na: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/51996/1/Vizualizacia%20podnikatelskeho%20modelu.pdf>
- [4] MARQUES, R. J. P. P. 2015. *The Future of Airline Business Models: Which Will Win?*: diplomová práca. Rím: Luiss Guido Carli University.
- [5] MATERNA, M. 2016. *Inovácie modelov podnikania pravidelných leteckých dopravcov*. Diplomová práca, KLD F PEDAS ŽU v Žiline,
- [6] Databáza [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [7] BLAŠKOVÁ, M., ŠKULTÉTY, F., *U.S. intra-industry trade in air transport services : measurement and results* In: *Transport Problems = Problemy Transportu : international scientific journal*. - ISSN 1896-0596. - Vol. 10, iss. 2 (2015) s. 15-22.
- [8] Čiastkové výsledky vlastného výskumu v rámci projektu KEGA 024 ŽU-4/2014[15] WIEGMANN, D. A. and SHAPPELL, S. A., "A Human Error Analysis of Commerical Aviation Accidents Using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)," Tech. rep., Federal Aviation Administration, Oklahoma City, OK, 2001.

# CRAWL AND STRESS AMONG AIR TRAFFIC CONTROLLERS

**Ing. Juraj Vagner, PhD.**

Department of flight training, Faculty of Aeronautics, Technical University in Košice, Slovakia  
juraj.vagner@tuke.sk

**Ing. Edina Pappová, PhD.**

Department of Air Traffic Management, Faculty of Aeronautics, Technical University in Košice, Slovakia  
edina.pappova@tuke.sk

**Abstract** – The aim of this paper is to highlight stress impact to the air traffic controllers and its elimination. This work is related to the issues of stress, stressors and human immunity to its unfavorable effects. It describes job of the air traffic controller and stressors affecting his performance at work. One of the other objectives of this work was to find possible ways how to improve psychical resistance of air traffic controllers, point to the importance of stress prevention.

**Key words** – stress, air traffic control, stress prevention, mental coaching

## I. INTRODUCTION

In recent years, world flight flow rate has increased very quickly. Comparatively speaking, the growth rate of air traffic controllers is much less than the associated control tasks, and the high workload of air traffic controllers can easily lead to accidents. Related statistics show that more than 80% of flight accidents are caused by human factors. Human factors will significantly affect the safety of civil aviation in the long run, and thus, the prevention of human errors will become an important way to reduce flight accident rates.

## II. STRESS, AIR TRAFFIC CONTROLLERS AND HUMAN ERRORS CAUSED BY JOB STRESS

*Stress management can be complicated and confusing because there are different types of stress — acute stress, episodic acute stress, and chronic stress — each with its own characteristics, symptoms, duration and treatment approaches. Let's look at each one.*

### ACUTE STRESS

It comes from demands and pressures of the recent past and anticipated demands and pressures of the near future. Acute stress is thrilling and exciting in small doses, but too much is exhausting. A fast run down a challenging ski slope, for example, is exhilarating early in the day. That same ski run late in the day is taxing and wearing. Skiing beyond your limits can lead to falls and broken bones. By the same token, overdoing on short-term stress can lead to psychological distress, tension headaches, upset stomach and other symptoms.

### EPISODIC ACUTE STRESS

There are those, however, who suffer acute stress frequently, whose lives are so disordered that they are studies in chaos and crisis. They're always in a rush, but always late. If something can go wrong, it does. They take on too much, have too many irons in the fire, and can't organize the slew of self-inflicted demands and pressures clamouring for their attention. They seem perpetually in the clutches of acute stress.

It is common for people with acute stress reactions to be over aroused, short-tempered, irritable, anxious and tense. Often, they describe themselves as having "a lot of nervous energy." Always in a hurry, they tend to be abrupt, and sometimes their irritability comes across as hostility. Interpersonal relationships deteriorate rapidly when others respond with real hostility. The workplace becomes a very stressful place for them.

### CHRONIC STRESS

While acute stress can be thrilling and exciting, chronic stress is not. This is the grinding stress that wears people away day after day, year after year. Chronic stress destroys bodies, minds and lives. It wreaks havoc through long-term attrition. It's the stress poverty, of dysfunctional families, of being trapped in an unhappy marriage or in a despised job or career. Some chronic stresses stem from traumatic, early childhood experiences that become internalized and remain forever painful and present. Some experiences profoundly affect personality. A view of the world, or a belief system, is created that causes unending stress for the individual (e.g., the world is a threatening place, people will find out you are a pretender, and you must be perfect at all times). When personality or deep-seated convictions and beliefs must be reformulated, recovery requires active self-examination, often with professional help.

### EUSTRESS

Kind of stress people feel expecting something new, new situation, new person into the life, new job. It doesn't have to be always bad when people can say „I'm stressed“. Eustress is caused by positive stressors.

### DISTRESS

People feel to be under pressure, distress is always caused by negative stressors. Relationship problems, non-functional family life, financial problems lead to distress. Negative feelings affect all reactions at home or at work as well.

People affected by distress for a long time suffer from mental or physical illness.

#### **AIR TRAFFIC CONTROLLERS AND JOB STRESS**

Air Traffic Control plays an important role in the safety of air transportation. The job of an air traffic controller is to protect the safe and orderly flow of aircraft both in the air and on the ground by following certain rules. Subsequently, the job stress of air traffic controllers is one of the factors that affect aviation safety. This article explains the relationship between job stress and human errors. The study shows that there is a significant positive correlation between job stress and human errors. The sources of job stress for air traffic controllers include the stress of the job itself, role stress, interpersonal relationship stress, organization structure and atmosphere stress, home/work conflict stress, and career development stress. The demographic variables that have an influence on human errors for air traffic controllers have also been confirmed, such as age, work experience, and level of education.

#### **ANALYSIS OF FACTORS LEADING TO ERRORS FOR AIR TRAFFIC CONTROLLERS**

First, the contributing factors to job stress must be identified. Scholars in other countries have identified these factors as workload, working conditions, relationships, role ambiguity, violence, work-family conflicts, career development, and so on. Obtained data shows that three variables of age, work experience and level of education significantly contribute to human errors. Analysis results indicate that there is a different-level frequency of human error related to age, work experience, and level of education among air traffic controllers, while there is not in gender, job roles, and marital status.

The specific analysis is as follows:

1. Influence of human errors caused by age. The highest average score of human errors (3.4167) belongs to the individuals over the age of 45. Perhaps this is due to poor physical condition and the uncoordinated behavior of the hands and brain, leading to the emergence of human errors.
2. Influence of human errors caused by the years of work. The individuals whose work experience is between 11 and 15 had the highest average score in human errors (3.0208). This result may lie in the fact that their extended period of time in the position has led to less enthusiasm in work, producing a kind of occupation burnout which contributes to the higher-level frequency of human errors.
3. Influence of human errors caused by level of education. The highest score of average human errors comes from the individuals whose qualifications are from Junior College. This may be because they have a relatively low-level of education, and their mastery of the various management and control skills is poor, resulting in a higher-level frequency of human errors.

### **III. STRESS PREVENTION**

As we said, stress leads to human errors and the prevention of stress for the air traffic controllers is the one way to reduce flight accident rates. How to achieve effect we wish for? There are two ways how to help ATCO to prevent job stress. First

one is to improve their psychological resistance and another one is help them to deal with critical incidents, when it happens.

#### **CRITICAL INCIDENT STRESS MANAGEMENT – IMPORTANCE OF IMPLEMENTATION**

Critical incident stress management - CISM was originally developed in 1983 to stabilise psychological functioning of paramedics, fire fighters, police officers and soldiers – professional groups which have to deal with critical incidents (Mitchell and Everly, 2001). A critical incident is defined as an event which has a stressful impact sufficient enough to overwhelm the usually effective coping skills of either an individual or a group.

Stress management program in critical situations is used to achieve a reduction of stress on the operation of air traffic controllers and increase the efficiency of their work. The program is based mainly auxiliary control after surviving a critical event to return to working life after the experience of having been a critical incident. It is convenient for the individual and for the organization.

Taking care of the affected employees are in the use of management practices introduced CISM also known from other areas. Of the workforce feel the support of his colleagues, also have the opportunity to use the services of an expert in the field of mental health. CISM implementation of air traffic services covers international organization EUROCONTROL. In 2002, CISM proved very effective when there was a collision of two aircraft over southern Germany. Swiss side was offered help from German colleagues after the accident sent experts to intervene on CISM about 120 employees. Employees for personal meeting noted the positive feelings such as stress reduction, re-restoration of lost confidence and therefore the ability to exercise their profession again. Therefore, the CISM had become an integral part of human resource management in air traffic management.

#### **ANOTHER OPTIONS THE STRESS PREVENTION**

Breaks to take a rest for are a very important part of stress prevention for air traffic controllers. It helps to avoid fatigue, decreases feeling of pressure from challenging tasks and refreshes your mind. Therefore, restroom is a necessary part of workplace for ATCO. Areas for recreation should be suitably equipped to provide maximum comfort, sufficiently separated from areas full of working atmosphere.

Relaxation room should provide:

Quality and ergonomically satisfying

Resting area for lying down

The windows should provide plenty of natural light and fresh air.

Possibility of making the gloom by shutters is necessary.

1. Thermal comfort is also very important
2. According to research in psychology that examined the influence of various factors to the human psyche, but have an impact on improving the quality of relaxation and sounds or colours. Therefore, my proposal for the relaxation room is following:
3. Calmer atmosphere could be achieved by staining the walls to shades of green, which is believed to soothe tired eyes and mind of man.

4. Relaxation music can help to relax deeper in a very short time, so if worker consider using it, it should be available for him.

#### **IV. MENTAL COACHING – UNUSUAL METHOD OF STRESS PREVENTION**

For everyone, mental fitness is one of the key dimensions of performance. How to stay focused under pressure? Coaching answers these questions. Beside technical and physical capacities, we also have to learn how to ease and control the mind, how to transmit our inner calmness and share our energy. Sustainable performance is all about self-confidence, motivation, trust, courage, audacity and team spirit. The capacity to perform at our highest potential is in direct proportion to the quietness of our minds. When the mind is noisy, anxious and distracted, it interferes negatively with our emotional and physical state.

The role of the mental coach is to support his coacher or his team to control and ease the mind so that it pays attention to the essential. As long as the mind is wild and disruptive, it will take impulsive decisions, make wrong analysis and bring the stress into the mind. Mental strength refers to a specific mind-set that empowers individuals to deal with difficult situations.

The greatest tool an air traffic controller has is his mind. Our mind not only controls our breathing, our beating heart, and the rest our body, but it is also responsible for all performances, good and bad. It's a known fact talent and physical skill play an enormous role in every successful achievement. Not many people understand the importance the mind plays in attaining peak performance. In fact, our mind is the most powerful piece of equipment we'll ever own. Once you understand the power of the mind, you'll be able to help yourself to achieve peak performance.

Mental Strength Coach can help to:

- Manage performance anxiety
- Use visualization and imagery to reach peak performance
- Increase and maintain confidence
- Improve and maintain levels of motivation
- Relax under pressure
- Set and achieve goals
- Manage energy levels
- Use routines to be consistent in reaching peak performances
- Bounce back from injuries and setbacks
- Manage and address conflicts
- Focus in critical moments and extend the duration of your concentration.

#### **MODEL OF MENTAL COACHING TO THE GROUP OF AIR TRAFFIC CONTROLLERS**

Mental couch Eva Timkova proposed model of cooperation with the staff of control tower to increase psychical endurance.

Using method of "Option wheel" group selected options how to achieve better results at work. In the beginning, "option wheel" contains eight options chosen by air traffic controllers:

- improve the ability to concentrate
- improve the ability to control emotions
- improve the ability to respond rapidly
- improve the ability of analytical and logical thinking

- improve the ability to depersonalize
- improve the ability to work as a team, not as individuals
- start with better eating habits
- eliminate carrying private stressors to work.

Every option is rated numbers one to ten by air traffic controller. The highest number shows option that is working the best for him already.

Later is necessary to choose only three of them, but the most important step is to choose just one option in the end. Choose the right one, to achieve the best result. Using Pareto rule can make this decision easier. In this case that is:

- improve the ability to concentrate.

#### **V. CONCLUSION**

Air Traffic Control plays an important role in the safety of air transportation. As it was written at the beginning of this article, more than 80% of flight accidents are caused by human factors. In order to achieve safety of flights, the main task of the air traffic controllers is to perform psychical exercises improving human's psychical endurance, leaded by mental coach all the time. Psychical exercises are focused to improve exactly what air traffic controller chose during "option wheel method". Another step to succeed is to stay motivated. Motivation is very important part of this uneasy process. It's necessary to do psychical exercises 21 days without break to create a habit in the mind of man. Exactly the habit is that will help the controller to act right facing the critical incident. If controller built a habit, process is half way done. To be done completely, controller has to use his new knowledge to real situation. If the real problem is solved better, faster and calmer, controller can start all process again with another option chosen to his "option wheel".

#### **REFERENCES**

- [1] GRANDJEAN, E. R., WOTZKA, G., SCHAAD, R., GILGEN, A.: Fatigue and Stress in Air Traffic Controllers. *Ergonomics*. Volume 14, Issue 1, 1971, p. 159 -165, ISSN 1366-5847
- [2] ŠKULTÉTY, F.: Implementácia CISM v podmienkach poskytovateľov leteckých navigačných služieb
- [3] AVERTY P., COLLET C., DITMAR A., VERNET-MAURY E., ATHENES, S.: Constructing Mental workload in air traffic control: an index constructed from field tests. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 2004, p. 333-341, ISSN 0095-6562
- [4] COSTA, G.: Evaluation of workload in air traffic controllers. *Ergonomics*, Volume 36, Issue 9, 1993, p. 1111-1120, ISSN 1366-5847
- [5] FENG, T., LUO, F.: Analysis of human errors effect factors based on job stress for air traffic controllers. *ICTIS 2013: Improving Multimodal Transportation Systems-Information, Safety, and Integration*, American Society of Civil Engineers, p. 1810-1816. ISBN 978-0-7844-1303-6
- [6] SCHREIBER, V.: *Lidský stres*, 2. upr. vyd., Praha, Academia, 2000, ISBN 80-200-0240-5

# MERANIE TEPOVEJ FREKVENCIE AKO UKAZOVATEĽA PSYCHOFYZIOLOGICKEJ ZÁŤAŽE VO VÝCVIKU PILOTOV HEART RATE AS AN INDICATOR OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL LOAD IN PILOT TRAINING

**Ing. Iveta Vajdová, PhD.**

Katedra manažmentu leteckej prevádzky, Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Slovenská republika  
iveta.vajdova88@gmail.com

**doc. Ing. Stanislav Szabo, PhD., MBA, LL.M**

Ústav letecké dopravy, Fakulta dopravní, České vysoké učení technické v Praze, Česká republika  
szabo@fd.cvut.cz

**Ing. Vladimír Socha, PhD.**

Ústav letecké dopravy, Fakulta dopravní, České vysoké učení technické v Praze, Česká republika  
ing.vladimir.socha@gmail.com

**Abstract** – The article deals with the evaluation of the average heart rate of pilots - students as an indicator of psychophysiological stress. The article in its first part deals with theoretical basis psychophysiological evaluation factors and subsequent attention is devoted to the methodology and evaluation to measurement of the average heart rate. Based on the results of measurements has been optimized time horizon for initial pilot training to obtain license PPL (A), which is currently authorized number of hours of flight simulator in the range of five hours.

**Key words** – psychophysiological stress, pilot training, flight simulator, average heart rate.

## I. ÚVOD

V súčasnosti dochádza ku kontinuálnemu zvyšovaniu požiadaviek na letecké profesie čo je spôsobené neustálym technickým pokrokom. V rámci uvedeného sa kladie dôraz najmä na hodnotenie psychickej a fyzickej činnosti leteckého personálu. V rámci týchto meraní je potrebné identifikovať rôzne faktory, ktoré vplyvajú na výkonnosť leteckého personálu ako je únava, nepohoda, manévrovanie v rozličných neštandardných situáciách a podobne. Všetky tieto faktory môžu vyvolávať u pracovníkov pôsobiacich v tejto oblasti stres, a tým ovplyvňujú psychofyziologické parametre[8]. V priebehu výcviku leteckého personálu alebo aj pri výskyte nepredvídateľných udalostí sa tak piloti neustále stretávajú so psychickou aj fyzickou záťažou a stresom [7][9].

Nielen v oblasti letectva sa pracovníci stretávajú najmä s psychickou pracovnou záťažou, ktorú môžeme popísať ako faktor, ktorý predstavuje súhrn všetkých hodnotiteľných vplyvov práce, pracovných podmienok a pracovného prostredia

pôsobiacich na kognitívne, senzorické a emocionálne procesy človeka. Ide o faktory, ktoré ho ovplyvňujú a vyvolávajú stavy zvýšeného psychického napätia a zaťaženia psychofyziologických funkcií[11].

## II. VÝCHODISKÁ MERANIA PSYCHOFYZIOLOGICKÝCH FUNKCIÍ

Meranie psychofyziologických funkcií predstavuje objektívny pohľad na činnosť nervového systému. Uvedené meranie sa konkretizuje najmä na autonómnou časť nervového systému, ktorá je najviac ovplyvnená záťažou a stresom. Stres aktivuje v ľudskom organizme sympatickú vetvu autonómneho nervového systému, čo pri dlhodobej stimulácii môže viesť k predráždenosti, zrýchleniu a splytčeniu dýchania, problémom s trávením, napätiu svalov, bolestiam hlavy, únave, poteniu rúk a chladným končatinám. V psychickej oblasti sa vplyv stresu prejavuje ako podráždenosť, zhoršenie koncentrácie, zvýšená chybovosť, sklon k nehodám, úzkosti, depresii a k zníženiu produktivity a kreativity.

Medzi najdôležitejšie psychofyziologické charakteristiky patria:

- Elektrická vodivosť kože
- Teplota kože
- Tep, alebo srdcová frekvencia
- Krvný tlak
- Variabilita srdcovej frekvencie alebo HRV
- Dýchanie, jeho frekvencia, amplitúda a typ dýchania
- Svalové napätie
- EEG záznam[12].

Využitie fyziologických parametrov pre hodnotenie mentálnej pracovnej záťaže pilotov alebo pre vodičov nákladných automobilov napríklad v doprave je celkom bežné.

Hodnotenie záťaže pilotov je v dnešnej dobe veľmi populárne. V posledných rokoch sa vykonalo mnoho štúdií a meraní, ktoré sa zaoberali záťažou pilota. Uvedené merania sa odlišovali najmä snímaných psychofyziologických parametrov ale aj použitými metódami merania a hodnotenia nameraných údajov. Parameter, ktorý sa najviac objavoval v hodnoteniach záťaže u jednotlivých štúdií bola srdcová frekvencia. Výber tohto parametra bol podmienený najmä tým, že jej získanie a vyhodnotenie je pomerne jednoduché.

Jednu z počiatočných štúdií vykonali v roku 1977 na vojenskej leteckej základni v Arizone, kde sa zamerali na vznik a pomer stresu pri výcviku pilotov – študentov. Podstatou výskumu bola detekcia sekrécie katecholamínu, ktorého hodnoty vylučovania vedú presne odrážať relatívnu intenzitu stresu. Rovnako bola skúmaná aj sekrécia norepinefrínu a epinefrínu, (adrenalín a noradrenalín), ktoré sú dôsledkom fyzického a psychického stresu [4].

Na tento výskum nadviazal podobný výskum vychádzajúci z predpokladu, že na pilotov – študentov vo veľkej miere pôsobí ich inštruktor. Výskum bol zameraný na dve úlohy, a to získanie dát opisujúcich charakteristické správanie inštruktorov a ich vplyv, resp. vplyv metód na evokovanie stresu u študentov. Druhým cieľom bolo sledovanie rozdielnosti výkonu študentov a ich stresu v závislosti na jednotlivých inštrukciách počas výcviku. Výsledky výskumu zistili, že pozitívnejší prístup inštruktorov ku študentom má kladný vplyv na ich konanie vzhľadom na hladinu stresu [5].

Meraním záťaže počas letu sa venovalo množstvo štúdií ako je napríklad aj štúdia z roku 1996 od autorov Veltman a Gaillard, ktorá sa zaoberala fyziologickými ukazovateľmi záťaže pri simulovanom lete. Počas výskumu bola meraná tepová frekvencia, krvný tlak, dýchanie a žmurkanie pomocou systému CODAS (DATAQ Instruments). Výskumníci sa na základe predošlých štúdií domnievali, že práve detailná charakteristika fyzického stavu pilota počas letu, ktorá obsahuje práve tieto parametre a ich vzájomné pôsobenie je finálnym ukazovateľom vplyvu jednotlivých úloh pilota počas letu, a teda mentálnej záťaže [1].

V roku 2007 sa ďalšia štúdia zameriavala na hodnotenie motorického a kognitívneho výkonu, a to pred a po mentálnej praxi. Vo výskume bola hodnotená mentálna záťaž, a to prostredníctvom tepovej a dychovej frekvencie, EMG a EOG. Meranie bolo vykonávané pomocou elektronického leteckého simulovaného programu MATB PC. Úlohou jednotlivých subjektov bolo udržať pohyblivý cieľ v strede okna a súčasne pri zhasnutí zeleného svetla na monitorovacom systéme stlačiť tlačidlo odozvy [1].

Jednotlivé štúdie sa medzi sebou odlišujú, ako ž bolo uvedené, výberom fyziologických parametrov, použitých senzorov, v zbere dát alebo v metódach pre spracovanie biologických signálov [2][3][6][10].

Hodnotenie a meranie jednotlivých fyziologických funkcií pilotov, hodnotenie bezpečnosti leteckej prevádzky a vplyv ľudského faktora na bezpečnosť mali vplyv na stanovenie základných požiadaviek pre výkon profesie pilota.

### III. SLEDOVANIE PSYCHOFYZIOLOGICKEJ ZÁŤAŽE U PILOTOV

Na leteckej fakulte TUKE prebehol výskum zaoberajúci sa sledovaním zmien vo výkonnosti pilotov pri výcviku na leteckom simulátore. V rámci tohto výskumu sa hodnotili psychofyziologické parametre a výkonnosť pilotov - žiakov pre určenie optimálneho využitia simulátora v počiatočnom výcviku. Výskumu sa zúčastnilo spolu 35 študentov Leteckej fakulta Technickej univerzity v Košiciach, ktorí boli vybraní na základe vedomostného a záťažového testu.

Pomocou hodnotenia psychofyziologických parametrov ako ukazovateľov záťaže, a tiež hodnotenia presnosti pilotovania bol určený optimálny časový horizont pre využitie simulátora v počiatočnom výcviku. Cieľom bolo poukázať na efektivitu využívania simulátora v počiatočnom výcviku, ktorý je v uvedenom stupni využívaný v minimálnej miere.

#### MERANIE PSYCHOFYZIOLOGICKEJ ZÁŤAŽE

Pre účely výskumu bol zostavený tréningový program, v rámci ktorého vykonávali piloti žiaci výcvik na leteckom tréningovom. Subjekty boli vyberané v troch etapách, a teda rozdelené do troch skupín. Prvé dve skupiny absolvovali na tréningovom 11 letových hodín pričom meranie sa vykonávalo dvakrát. Pre konkrétnejšie sledovanie dát a zväčšenie reprezentatívnej vzorky bola vybraná tretia skupina subjektov (spolu 15 subjektov), ktorá absolvovala 16 letových hodín na simulátore pričom meranie sa vykonávalo 4x, v 2.6.11. a 16. letovej hodine (T2M, T6M, T11M, T6M).

Výcvik vybraných subjektov bol vykonávaný na leteckom simulátore typu TRD40 (vid. Obr.1), ktorý sa nachádza v priestoroch Katedry letovej prípravy Leteckej Fakulty Technickej Univerzity v Košiciach.



Obrázok 1 – Letecký simulátor TRD40

V rámci jednotlivých letových hodín subjekty vykonávali predpísané letové úlohy pre nácvik jednoduchej techniky pilotovania. Realizácia jednotlivých letových hodín pozostávala z presne definovaných letových úkonov s cieľom udržania požadovaných letových parametrov letu v priebehu:

- horizontálneho priamočiareho letu (HPL),
- horizontálnej zatáčky o 360° (H360) pri náklone 30°
- stúpavej zatáčky (S180) o 180° pri náklone 15° a vertikálnej rýchlosti stúpania 500ft/min.
- klesavej zatáčky (K180) o 180° pri náklone 15° a vertikálnej rýchlosti klesania 500ft/min.

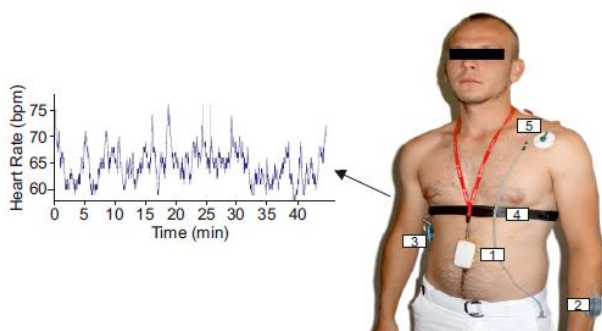
Uvedené poradie manévrov bolo striktno dodržiavané a jednotlivé série manévrov sa vykonávali trikrát v jednom lete.

## METODIKA HODNOTENIA ZÁŤAŽE

Nakoľko na základe predošlých štúdií kde bola tepová frekvencia vyhodnotená ako najpríznačnejší ukazovateľ psychofyziologickej záťaže bola v rámci výskumu vyhodnotená práve variabilita srdcového rytmu. Pre hodnotenie záťaže bol meraný konkrétny parameter - priemerná tepová frekvencia.

Zber tohto parametru bol vykonávaný prostredníctvom systému FlexiGuard, ktorý umožňuje meranie fyziologických parametrov senzormi, ktoré boli umiestnené na tele a ich bezdrôtovým prenosom do počítača. Tepová frekvencia bola meraná prostredníctvom hrudného pásu Garmin.

Dáta zozbierané týmto zariadením mali formu RR intervalov, čiže časových úsekov medzi dvoma údermi srdca. Sledovala sa priemerná tepová frekvencia letu od vzletu po pristátie pre každý subjekt a každé meranie.



**Obrázok 2** – Príklad nameraného signálu tepovej frekvencie pomocou systému FlexiGuard so znázornením celej sensorovej základne (centrálne jednotka (1), akcelerometer (2), senzor teploty (3), senzor tepovej frekvencie (4), senzor myopotenciálov (5)).

## VYHODNOTENIE TEPOVEJ FREKVENCIE AKO UKAZOVATEĽA PSYCHOFYZIOLOGICKEJ ZÁŤAŽE

Tepová frekvencia je jedným zo základných indikátorov psychofyziologickej záťaže, a preto, ako sme uvádzali, bola hodnotená priemerná tepová frekvencia. Výsledky sú prezentované formou párov grafov a tabuliek. Hodnoty ( $p$ -hodnoty) v tabuľkách predstavujú výsledky Wilcoxonovho testu, kde  $p < 0,05$  poukazuje na štatisticky významný rozdiel medzi dvomi skupinami meraní. Grafické znázornenie reprezentuje rozdelenie vypočítanej priemernej tepovej frekvencie pre daný parameter letu vo forme boxplotu.

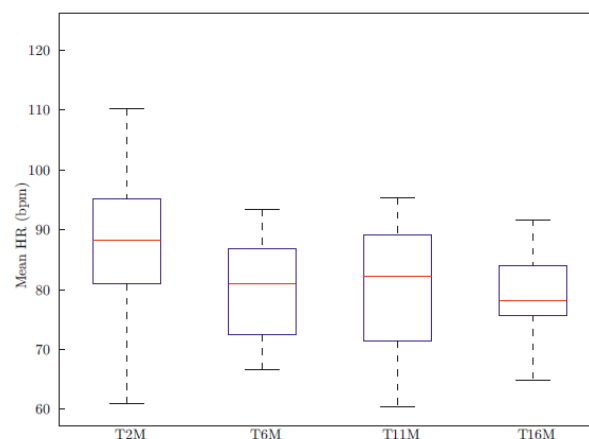
Výsledky hodnotenia priemernej tepovej frekvencie Mean HR ukazujú (Tab. 1), že záťaž klesla medzi prvými dvoma meraniami, teda T2M a T6M. Tento pokles však nie je na základe štatistického testovania významný ( $p=0,09$ ). Následne je vidieť veľmi mierny nárast strednej hodnoty priemernej tepovej frekvencie v treťom meraní, čiže v T11M (vid. Obr. 3). Tento nárast nie je štatisticky významný oproti T6M, zmenila sa však distribúcia sledovaných dát (je možné vidieť pokles minima a väčšie rozloženie dát medzi minimom a prvým kvartilom) čo zapríčinilo, že príznačný rozdiel je možné vidieť medzi prvým a tretím meraním, teda T2M a T11M.

Na základe štatistického hodnotenia a interpretácie vyhodnotených údajov, je možné optimum využitia leteckého simulátora vo výcviku začínajúcich pilotov stanoviť na 11 letových hodinách. Na základe uvedeného hodnotenia je pre nácvik

a nadobudnutie zodpovedajúceho stupňa zručností vo vykonávaní postupov a manévrov potrebných 11 letových hodín kontinuálneho tréningu na leteckom simulátore.

**Table 1** – Výsledky štatistického testovania rozdielnosti distribúcie priemernej tepovej frekvencie medzi jednotlivými meranými fázami výcviku.

	T2M	T6M	T11M	T16M
T2M	1	0,09	0,05	0,04
T6M		1	0,68	0,71
T11M			1	0,92
T16M				1



**Figure 3** – Grafické znázornenie rozdelenia distribúcie priemernej tepovej frekvencie v meraných fázach výcviku vo forme box-plotov.

## IV. ZÁVER

V súčasnosti sa stali letecké simulátory významným prvkom vo výcviku pilotov. Tieto zariadenia za pomoci počítačov vytvárajú virtuálnu ilúziu letu. Tá je v dôsledku využitia moderných technológií natoľko realistická, že došlo k rozptýleniu akýchkoľvek obáv a pochybností zo strany pilotov, leteckých spoločností, výrobcov lietadiel i regulačných úradov z ich možného využitia pri leteckom výcviku. Letecké simulátory si tak našli svoje legislatívne miesto pri výcviku pilotov, no štúdie o optimálnosti ich využitia pre tieto účely však nie sú k dispozícii. Väčšina štúdií o tejto problematike je zameraná na vojenské letectvo, prípadne sú realizované dotazníkovou formou. V uvedených prípadoch však chýba vyhodnotenie výcvikového procesu ako takého, za predpokladu využitia leteckých simulátorov.

Kritickým bodom využiteľnosti leteckých simulátorov predstavuje ich začlenenie do tréningového procesu pilotov, a to hlavne pri prihladení na základnú pilotnú licenciu vo forme personal pilot licence (PPL) prípadne ultralight pilot licence (ULL). Vzhľadom na tento fakt sme sa zaoberali práve problematikou sledovania zmien výkonnosti pilotov pri výcviku na leteckom simulátore a hodnotením efektívnosti využitia simulátorov pri počiatočnom výcviku.

Pre účely určenia optimálneho využívania leteckého simulátora pri počiatocnom výcviku pilotov bol zostavený tréningový program začínajúcich pilotov, pri ktorom boli hodnotené parametre výkonové a fyziologické, ktoré umožnili určiť optimálny počet letových hodín pre efektívny výcvik, ktorý bol výskumom stanovený na 11 letových hodín.

#### REFERENCIE

- [1] BONNER, M.A., G.W. WILSON. Heart Rate Measures of Flight Test and Evaluation. *International journal of Aviation Psychology*. 2002, 12(1), 63-77.
- [2] BROOKHUIS, K.A. - D. WAARD. Monitoring drivers' mental workload in driving simulators using physiological measures. *Accident Analysis*. 2010, 42(3), 898-903. DOI: 10.1016/j.aap.2009.06.001. ISSN 00014575. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000145750900116X>
- [3] GODFREY, A., - CONWAY, R. - MEAGHER, D. - ÓLAIGHIN, G.. Direct measurement of human movement by accelerometry. *Medical Engineering*. 2008, 30(10), 1364-1386. DOI: 10.1016/j.medengphy.2008.09.005. ISSN 13504533. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350453308001653>
- [4] HEALEY, J.A. - R.W. PICARD. Detecting Stress During Real-World Driving Tasks Using Physiological Sensors. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2005, 6(2), 156-166. DOI: 10.1109/TITS.2005.848368. ISSN 1524-9050. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=1438384>
- [5] KRAHENBUHL, G.S. Undergraduate pilot training: instructor pilot behavior and student stress and performance. San Antonio (Texas): Defense Technical Information Center, 1980. ISBN A088802. Dostupné z : <http://www.dtic.mil/get-trdoc/pdf?AD=ADA088802>
- [6] PINO, E. et al.: Wireless pilot monitoring system for extreme race conditions. In: 2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE, 2012, s. 5014-5017. DOI: 10.1109/EMBC.2012.6347119. ISBN 978-1-4577-1787-1. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6347119>
- [7] ROZENBERG, R. - SZABO, S.. Ľudský faktor v skupinovej zlietanosti v akrobatickej skupine. In: Zvyšovanie bezpečnosti a kvality v civilnom a vojenskom letectve: medzinárodná vedecká konferencia, Základný výskum bezpečnosti na letiskách s nedostatočne rozvinutou navigačnou infraštruktúrou využívajúcich GNSS. Žilina: EDIS-Vydavateľstvo ŽUŽ, s. 146-152. ISBN 978-80-554-0519-3.
- [8] TOPOLCÁNY, R. Nehodovosť civilného letectva SR. *Doprava a spoje - internetový časopis*. 2005, 2005(1), -. ISSN 1336-7676.
- [9] VAJDOVÁ I. - SZABO, S. - SOCHA, L. Stress in pilot training. In: *Aeronautica 15*. Lublin: University of Technology, 2015, s. 20-25. ISBN 978-83-7947-149-2.
- [10] WATSON, D.W. Physiological correlates of Heart Rate Variability (HRV) and the subjective assessment of workload and fatigue in-flight crew: a practical study. In: *People in Control. Human Factors in Control Room Design*. Institution of Engineering and Technology, 2001, s. 159-163. DOI: 10.1049/cp:20010453. ISBN 085296742X. Dostupné z: <http://digitallibrary.theiet.org/content/conferences/10.1049/cp/20010453>
- [11] Psychická pracovná záťaž. 2016. Dostupné na internete: [www.ruvztn.sk/pplpsychzat.doc](http://www.ruvztn.sk/pplpsychzat.doc)
- [12] Psychagogia s.r.o.: Biofeedback. Dostupné na internete: <http://psychagogia.sk/ponukane-sluzby/biofeedback/>
- [13] BUGAJ, M. - NĚMEC, V. - ROSTÁŠ, J.: Maintenance Planning of Special Aircraft Equipment. In *GEO Spatial Visions*. Žilina: EDIS, 2015, p. 13-14., ISBN 978-80-554-1113-2.
- [14] BUGAJ, M. - ROSTÁŠ, J. - NĚMEC, V.: 3D Modeling from Airborne Laser Scanner. In *GEO Spatial Visions*. Žilina: EDIS, 2015, p. 15-16., ISBN 978-80-554-1113-2.
- [15] KRAUS, J. - NĚMEC, V. - VOŠTOVÁ, V.: Implementation of Recovery Management into Airport Emergency Plans. *MAD Special*. 2015, vol. 2, no. 2, p. 5-8., ISSN 2336-2677.
- [16] KRAUS, J. - PLOS, V. - VITTEK, P.: „Friction Surfaces” of Airport Emergency Plan. *International Journal of Social, Education, Economics and Management Engineering*. 2015, vol. 8, no. 8, art. no. 1651, p. 2372-2375.



# *PASSENGERS' SATISFACTION AS A KEY FACTOR FOR AIRPORT BUSINESS AND HANDLING ACTIVITIES*

*Ing. Roman Vokáč*

Department of Air Transport, Faculty of Transportation Sciences, Czech Technical University in Prague,  
Czech Republic  
vokacrom@fd.cvut.cz

*doc. Ing. Stanislav Szabo, Ph.D., MBA, dr. hc*

Department of Air Transport, Faculty of Transportation Sciences, Czech Technical University in Prague,  
Czech Republic  
szabo@fd.cvut.cz

**Abstract** – *This article aims to examine the influence of the passengers' satisfaction on terminal operations and business activities. The customer satisfaction is described in detail. It deals with factors that influence the customer satisfaction and describes its importance and potential impacts on airports and other company's operations.*

**Key words** – passenger satisfaction, expectation, experience, airports, security control

## **I. INTRODUCTION**

The passenger satisfaction has a very significant impact on airport operations, airlines, handling agents and on all other companies operating (not only) in aviation. Priorities, requirements and expectations of civil aviation passengers are constantly evolving. From the first requirements for longer and faster flights, over the price accessibility to time reliability or flight safety, those are the factors defining today's passengers. The modern passengers consider the current services as standard and require its quality to be constantly improved.

The passengers require the deployment of the latest technologies, procedures' unifications and formalities' simplifications. At a minimum price, the high levels of safety and security are expected at airports including pleasant surroundings, passengers' simple orientation, helpful and attentive staff, smooth check-in process without queues and delays, on time departures and arrivals and so on. This article is focused on the passenger satisfaction, its meaning and importance.

## **II. SATISFACTION MEANING AND IMPORTANCE**

The airports are business companies of which primary purpose is to generate a profit. It also applies to airlines, handling agents, cleaning, catering or parking services at the airport and so on. A key factor, when considering the possibility of generating the profit, is the ability to retain existing customers and attract the new ones. This issue can be named as a passenger loyalty. If the company provides the high level of quality service at good prices in the long term, it leads to a good brand name at the market. The

basis of passengers' loyalty is their satisfaction [1]. The passengers' experiences with the airport and their satisfaction are significant factors affecting their decisions on which company services they will use next time.

The customer satisfaction is important in many areas in aviation industry, for instance, the area of income and expenses, the passengers' willingness to cooperate, the company's brand propagation and so on. The greater the passenger's satisfaction is, the greater is their willingness to spend money at the airport [2]. At any part of the airport terminal process, it is important that the passengers feel comfortable and satisfied. The desirable phenomenon is not only that the passengers arrive at the airport satisfied, but also that they leave satisfied enough. This gives the possibility of creating successful commercial zones throughout the terminal process as well as in the subsequent activities, for example, sales during the flight.

Another and very important area related to the passenger's satisfaction is their willingness to cooperate. A positive benefit associated with the satisfied passengers is their lower tendency for conflicting behaviour on the one hand, and their greater willingness to follow the instructions from responsible airport employees on the other. For example, there is a relationship between the time which passengers have to spend by waiting in queues for the security control and their willingness to accept and follow security instructions [3]. The more dissatisfied passengers are and the more their need for disobeying increases, the more time dedicated for such passengers is needed. Consequently, the more time is dedicated for one passenger, the smaller is the number of checked passengers at one security line. With fewer passengers handled, the costs are increasing. In addition, there can be a negative impact on the quality of the provided services due to the extending of the time spent on security control which may possibly result in queues lengthening. Furthermore, the disgruntled passenger can transfer own negative experience and mood on the security staff. With the dismissive behaviour and intentional non-compliance with the instruction, the stress of the security staff can grow and bring negative consequences. Based on individual employees' disposition, it is natural to transmit negative behaviour and mood on other colleagues or even on other passengers.

### III. WHAT IS SATISFACTION?

The customer satisfaction is (not only in this article) very discussed issue. But actually what does this term include, and how can we evaluate it?

One of the possible definitions of satisfaction says (Cambridge dictionary) that it is a pleasant feeling that you get when you receive something you wanted, or when you have done something you wanted to do. Another one (BusinessDictionary) defines this term as customer level of approval when comparing a product's perceived performance with his or her expectations. Generally, the satisfaction can be understood as the difference between passengers' expectations and their real experiences (Figure 1).



Figure 1 – The basis of passenger satisfaction

Analyzing the passenger satisfaction is important for several reasons. The regular monitoring of the passenger satisfaction enables assessment of trends and identification of possible fluctuations. After the problem is successfully identified, it is possible to start finding out and eliminating the causes that negatively affect passengers. In order to get the relevant data and values, it is necessary to compare them with other airports. The positive outcomes then, for example, can be used for airport marketing presentation. However, the recognised deficiencies need to be thoroughly examined and, if possible, removed.

The most common methods for passenger satisfaction assessment include questionnaires, interviews, observation of real situations, open source information studying, considering passenger's complaints or suggestion and so on. Subsequently, collected data are processed statistically. For instance the result may be determined as satisfaction and service quality indicator [4.] Another example is determining the service quality dimension [5] or evaluation of factors which affect passenger satisfaction at security control checkpoints [6]. The selection of method which is suitable for satisfaction level assessment depends on the required and expected outputs. To determine the level of passenger satisfaction both quite simple and sophisticated tools can be used.

### IV. MANAGEMENT OF PASSENGER SATISFACTION

If the customer satisfaction is understood as the difference between expectation and real-experience, airports and other companies involved may take, to a certain extent, an opportunity to affect the passenger's satisfaction intentionally. However, in order to influence the satisfaction in the right way, the airports have to understand what their passengers' requirements are firstly. The satisfaction influencing is possible by two means: by influencing the passenger expectations or/and their experiences.

#### PASSENGER EXPECTATIONS

Passengers usually have an idea about what they expect at the airport during the departure process, even before their arrival at the airport. Their expectations are largely based on the previous experiences. These experiences can be right from the

examined airport as well as from other airports. The domestic passengers will probably have the most common experience from their closest airports. On the other hand, the foreigners have their experience from other airports and they "compare" this experience with current events at the airport.

Another expectation (Figure 2) may be based on the media news, the airport's advertising campaigns and so on. The experiences and expectations can be also shared with other passengers. The information about the departure process is a further source of what the passengers should expect at the airport. This information is available for the passengers, for example, at the travel agencies or directly at the airport. The passengers' expectations can be also managed directly at the particular airport by providing the current traffic information, video playback about security control process, and so on.

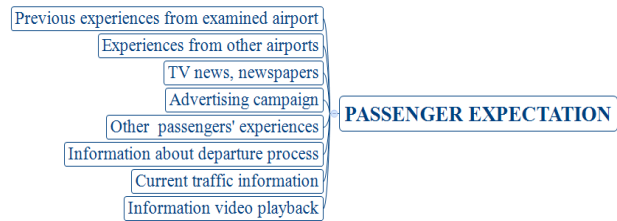


Figure 2 – Passenger expectation

The airport has the opportunity to inform about the issues in advance and in an appropriate manner, which might negatively affect the customer satisfaction otherwise. These include the information about the check-in process delays with providing the time-delay estimation, the estimated time spent by passengers in the queue, worsened quality of service due to a construction work, the or information on available parking places, for instance.

#### PASSENGER EXPERIENCE

If the realistic expectations that the airport aims to be associated with spread among the passengers, it is important to meet all these expectations in the real terminal processes and in the required quality.

The passengers are affected by all the areas in which they are involved during their travelling. It includes the city-airport connection, the parking options, the orientation at the airport, the stressful environment, the speediness and convenience, the safety, the security, the staff service, the information distribution, the cleanliness and so on (Figure 3). Each part of the departure process is important and the same attention must be given to all.

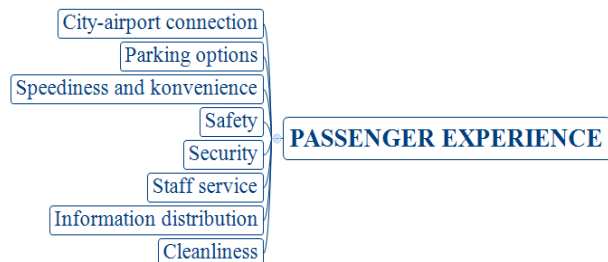


Figure 3 – Passenger experience

As an example, it is possible to mention the model situation at the security control. In this situation, the imaginary passenger spends eight minutes in the queue.

Example A: The passenger is used to flying on holidays only in trough hours (outside the peak periods) with no queues and waiting time. Now, the passenger is travelling during the peak hours and considers the waiting time or the queue length as unacceptable. The passenger begins to worry about his time departure, and is not sure about the reasons for this situation. The level of stress increases as fast as the level of satisfaction falls.

Example B: The same passenger in the same situation is familiar with the fact that he leaves during peak hours. It means he should expect queues at the security checkpoint. The passenger is thus not surprised that he is waiting in the queue. However, he still may be exposed to the stress related to the uncertainty about the time departure and satisfaction may still decrease significantly.

Example C: There is information about waiting time in the queue provided to the passenger. During the peak hours, the passengers should expect the waiting time to be about ten minutes. Therefore, the passenger anticipates how much time he will spend in the queue and may arrive at security with a sufficient time reserve that should be sufficient. Even if the queue seems long, it is fairly predictable for the passenger. Under these circumstances, the waiting in the queue may not have as many negative impacts as it would have had without the prior information.

Example D: The same passenger will get the information which, however, will not meet with the real situation. In such a case, the impact on his or her satisfaction may be extremely negative – depending on the consequences. It is important to prevent the system from these cases and do the best in order to avoid them.

It is also important to pay attention to the different types of passengers and their needs. Individual terminals or their parts can be operationally used for different groups of passengers. This includes private flights, charter flights, and flights of low-cost airlines or full-service carriers. The passengers' needs and expectations may also vary depending on the final destination or their customs and habits (national identity) [7]. The passengers from Europe may have different requirements than the passengers from America, Africa or Asia. However, in most cases, the passengers don't expect "their" standard to be at the distant airports that are located in a culturally different environment and the impact on their satisfaction can be positive due to new experiences. In some cases, it should be advisable to meet their different needs and expectations. An appropriate example is the installation of the multilingual direction information signs used for navigation to the most important parts at the airport.

## V. CONCLUSION

From the competitiveness and profit-making point of view, dealing with passengers' satisfaction is extremely desirable. The continuous monitoring and evaluation of the quality of the services have to be considered as a standard of today. The passengers' satisfaction increases the airports profits in two basic ways – increasing the revenues and reducing the costs. In addition, a satisfied passenger has no reason to seek the

alternative methods of travelling and to use other companies' services. The passengers that are satisfied enough are much more loyal to the company and have greater willingness to spend their money.

## REFERENCES

- [1] CALISIR, Nese, Ecem BASAK a Fethi CALISIR. Key drivers of passenger loyalty: A case of Frankfurt–Istanbul flights. *Journal of Air Transport Management* [online]. 2016, 53, 211-217 [cit. 2016-09-05]. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2016.03.002. ISSN 09696997. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969699715300120>
- [2] Although Technology May Help Improve the Airport Experience, the Basics Have the Greatest Impact on Passenger Satisfaction. J.D. Power and Associates [online]. 2010 [cit. 2016-09-05]. Dostupné z: <http://businesscenter.jdpower.com/news/pressrelease.aspx?ID=2010015>
- [3] KIRSCHENBAUM, Alan (Avi). The cost of airport security: The passenger dilemma. *Journal of Air Transport Management* [online]. 2013, 30, 39-45 [cit. 2016-09-05]. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2013.05.002. ISSN 09696997. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969699713000458>
- [4] Ching, Mk, (2014), Passengers' perception on airport service and quality satisfaction, No 0201722, Proceedings of International Academic Conferences, International Institute of Social and Economic Sciences.
- [5] BEZERRA, George C.L. a Carlos F. GOMES. The effects of service quality dimensions and passenger characteristics on passenger's overall satisfaction with an airport. *Journal of Air Transport Management* [online]. 2015, 44-45, 77-81 [cit. 2016-09-05]. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2015.03.001. ISSN 09696997. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096969971500023X>
- [6] GKRTZA, Konstantina, Debbie NIEMEIER a Fred MANNERING. Airport security screening and changing passenger satisfaction: An exploratory assessment. *Journal of Air Transport Management* [online]. 2006, 12(5), 213-219 [cit. 2016-09-05]. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2006.03.001. ISSN 09696997. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969699706000354>
- [7] ALI, Faizan, Woo Gon KIM a Kisang RYU. The effect of physical environment on passenger delight and satisfaction: Moderating effect of national identity. *Tourism Management* [online]. 2016, 57, 213-224 [cit. 2016-09-05]. DOI: 10.1016/j.tourman.2016.06.004. ISSN 02615177. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261517716300905>

# FIRST MEANS OF FLIGHT RECORDS AT CIVILIAN AIR TRAFFIC CONTROL STATIONS IN CZECHOSLOVAKIA

*Prof. Ing. Věra Voštová, CSc.*

Department of Air Transport, Faculty of Transportation Sciences, CTU Prague, Czech Republic  
vostover@fd.cvut.cz

*Ing. Jiří Šála*

Department of Air Transport, Faculty of Transportation Sciences, CTU Prague, Czech Republic  
salajir1@fd.cvut.cz

**Abstract** – Purpose of this article is to describe different methods used in history to record flight information at Air Traffic Control station before paper and electronic strips were introduced.

**Key words** – historical development, notebook, notes, radio gonio stations, map.

## I. INTRODUCTION

At the beginning of aviation there was no need for Air Traffic Services. All responsibility was at captain's shoulders according to the rule: "you are a pilot, so fly".

With emerging of Air Traffic Services the need for recording all necessary data became obvious. It was impossible for Air Traffic Controllers to remember all relevant data about flights. This information was important for separation of traffic and also for archiving.

First controlled tower at Czechoslovakia was built in 1925 at Kbely. By this time first hints of airspace structure emerged. Restricted areas for military purposes were created in 1924. Flying in these areas was prohibited for all civilian aircraft and also for all foreign traffic. The first aviation map of Czechoslovakia with all relevant data was printed in 1930. In 1928 it became compulsory to archive and pass information about departure and arrival of aircraft from controlled airfields. At the end of 1920s and beginning of 1930s first radio goniometers were used for detecting the position of traffic.

All these facts created need for first methods of recording of flight data.

## II. NOTEBOOK WITH FLIGHT INFORMATION AT TWR

It was the simplest method and basically it was only classical notebook with table that acts as a protocol. Its purpose was to archive information about arrivals and departures.

It was mainly used for archiving information. Notebook was never used as a tool for separating traffic. Controllers used

notebook only to maintain awareness of call signs. They had to remember all clearances and this tool didn't help them very much in order to maintain mental picture of traffic situation.



*Figure 1 – TWR Brno 1965- Controller using notebook [1]*

## III. RECORDS AT FIRST RADIO GONIO STATIONS

Radio gonio operators used notebooks with flight information very similar to one described before. They recorded all detected position of all traffic.

They also used map of Czechoslovakia and pins, which they moved around the map as they tracked the traffic (whenever it was possible).



*Figure 2 – Radio gonio station and map used for determining aircraft position [2]*

These first tools (except of the map) didn't allow to recognize conflicts among aircraft. Growing traffic density didn't allow to remember all given clearances and required to introduce a tool that would reduce controller's workload.

Situation demanded new methods to be introduced in order to record actual state of flight and to record all given clearances. New methods should also allow detecting conflicts among aircraft.

#### IV. MAP

Map was a slang expression for tool used at ACC unit from 1930s to the 1960s. It was a drawing board with graph paper (80 cm x 100 cm). Graph paper was divided vertically into two half's. Left part represented traffic situation from 0:00 to 11:59 and right part traffic situation from 12:00 to 23:59. On its axes were time and distance between radio beacons. Each flight was represented by abscissa on the graph paper with call sign, type of aircraft and flight level as a remark.

It was very easy to determine the position of any aircraft at any given time. Conflicts among aircraft were detected through position of abscissas. Information received from aircraft and radio goni stations were used for drawing such abscissas (reported positions over beacons, positions detected by radio goni stations and so on).

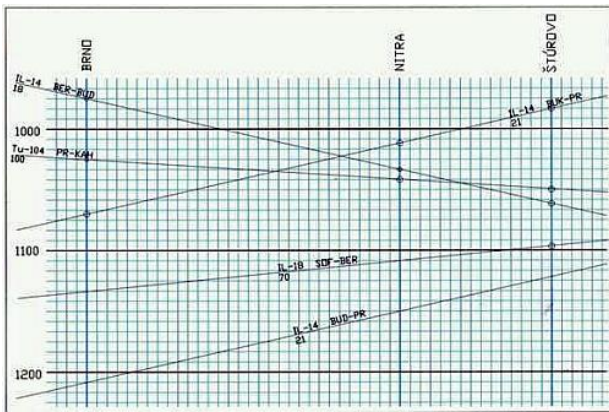


Figure 3 – Simplified map for basic understanding [3]

Map was efficient mean for maintaining situational awareness. But it had its limitations. It was efficient only with low traffic density. With higher density it became very difficult to maintain situational awareness. But the biggest problem was the fact that it allowed to represent traffic situation and detect conflicts only on one narrow flight path (in Czechoslovakia from west to east). With increasing number of flight paths and increasing complexity of airspace structure it become more and more difficult to use this mean efficiently. Another reason for replacing map was introducing radars which were more accurate means of displaying traffic situation.

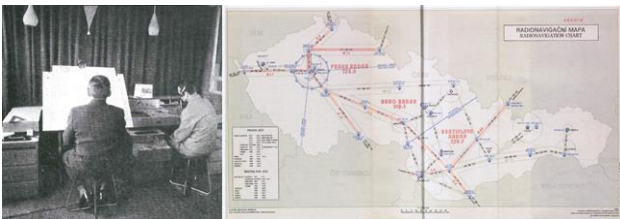


Figure 4 – ACC Prague using map (1947) [4] and radio navigational map of Czechoslovakia (1963) [5]

#### V. NOTES AT TWR

With growing traffic density it was impossible to use only notebook with basic flight information to separate traffic. In order to maintain situational awareness tower controllers used simple “notes” – small pieces of paper where all relevant data were and controllers wrote down the current state of flight.

This system improved situational awareness but was far away from perfect. Every controller used notes differently and there were basically everywhere on controllers table.

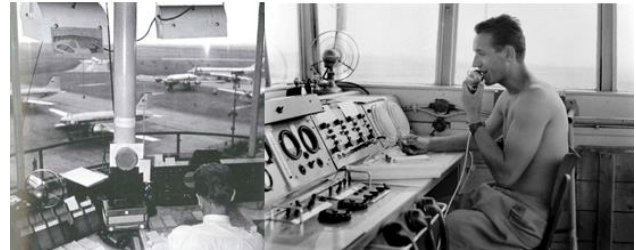


Figure 5 – Left - TWR Ruzyně using notes (1947) [4] Right – TWR Kunovice using notes (1960s) [6]

#### VI. CONCLUSION

The need for flight records is as old as Air Traffic Control itself. At the beginning it was a simple need to record and archive information about arrivals and departures since it was forced by law. It was done through simple notebook.

With growing traffic density this tool became ineffective in order to help controller to maintain situational awareness since it was impossible to remember all information.

This lead to using notes at TWR and map at ACC, which were both quite sophisticated yet far away from perfect

Described methods are today abandoned – no civilian ATS is using them.

#### REFERENCES

- [1] ZÁVODSKÝ, Karel. *Historie řízení letového provozu: 1910 - 2010*. Praha: your ARTillery, 2014. ISBN 978-80-905939-0-9.
- [2] DUDÁČEK, Lubomír. *Dopravní letiště Prahy: 1918 - 1946*. Praha: MBI, 1998. ISBN 80-902238-4-2.
- [3] Řízení letového provozu na Slovensku v 60. letech. *PLANES.CZ*. [online]. 6.7.2010 [cit. 2016-08-16]. Dostupné z:<http://www.planes.cz/cs/article/100448/řízení-letového-provozu-na-slovensku-v-60-letech>
- [4] DUDÁČEK, Lubomír. *Dopravní letiště Prahy: 1947 - 2000*. Praha: MBI, 2000. ISBN 80-902238-6-9.
- [5] ZÁVODSKÝ, Karel. *Historie řízení letového provozu v České republice*. Praha: Picta Golem, 1998.
- [6] Historie řízení letového provozu v Kunovicích – 1. díl. *PLANES.CZ*. [online]. 20.9.2015 [cit. 2016-08-16]. Dostupné z:<http://www.planes.cz/cs/article/200713/historie-řízení-letového-provozu-v-kunovicích-1-díl>

# DEVELOPMENT OF PAPER AND ELECTRONIC STRIPS AT AREA CONTROL CENTRE PRAHA

**Prof. Ing. Věra Voštová, CSc.**

Department of Air Transport, Faculty of Transportation Sciences, CTU Prague, Czech Republic  
vostover@fd.cvut.cz

**Ing. Jiří Šála**

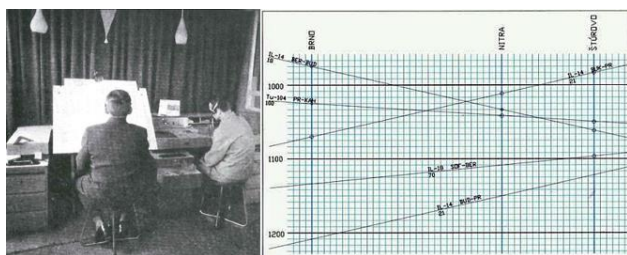
Department of Air Transport, Faculty of Transportation Sciences, CTU Prague, Czech Republic  
salajir1@fd.cvut.cz

**Abstract** – Purpose of this article is to describe reasons for introducing paper strips at Area Control Centre (ACC) Praha and its development through time. Another reason is to describe its transformation into electronic strips.

**Key words** – historical development, paper flight strip, progress board, electronic flight strip, map.

## I. INTRODUCTION

At the end of 1950s ACC Praha used map for detecting conflicts in procedural ATC environment. Due to increasing complexity of Czechoslovak airspace it became more and more complicated to use this tool effectively.



**Figure 1** – ACC Praha using map (1947) [2] and detail of simplified map [3]

This created demand for a new system. Paper strips were introduced in the beginning of 1960s. Strips were by this time (1960s) used for decades at western world and proved to be able to handle high complexity of airspace and high density of traffic.

## II. PAPER FLIGHT STRIPS

Newly introduced strip had a specific format. It was a small piece of paper – approximately 3cm x 20cm. All information had unique position within the strip and every clearance had to be written down. Paper strip contained all relevant flight information – data from flight plan, current level, times over significant navigation points etc.

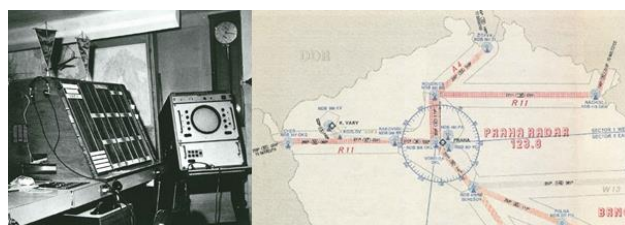


**Figure 2** – Paper strips placed on a progress board at ACC Praha (1963) [6]

At the beginning flight strips were filled completely manually. This was time consuming activity and strips were sometimes unreadable because they were filled in hurry and stress (especially at peak hours). Paper strips were in wooden (later plastic) holders, placed at a progress board.

### SYSTEM “1 DEVICE - 1 STRIP”

ACC Praha used at the beginning system where for every navigational device (or significant point) there was a single strip. For example for a flight from OKG (Cheb) via RK (Rakovnik), OKL (Praha) and RO (Roudnice) to OKN (Nachod) totally 5 strips had to be prepared. Conflicts (opposite and converging) were calculated for every navigational aid or significant point separately through a specific algorithm.



**Figure 3** – Progress board at ACC Praha (1960s) and detail of radio navigational chart (1963) [5]

This system remained for a long period of time (until 1993). During this period ACC Praha used procedural control as well as different radar systems (as new systems were introduced). Through this time format of a strip slightly changed, but basic principle remained. Also progress board became larger as traffic density grew and new radio navigational devices and significant points emerged.



**Figure 4** – Significantly larger progress board at ACC Praha (1976) [7]

**SYSTEM “1 FLIGHT - 1 SECTOR - 1 STRIP”**

ACC used system “1 device - 1 strip” until Eurocat E200 went into service (1993). From that moment system “1 flight - 1 sector - 1 strip” was used.

This system significantly reduced number of strips needed to be used. For example - described flight from OKG (Cheb) to OKN (Nachod) with this new system required only two strips since it went only through two sectors.

UENDX 0842 148 018A	↑ 270	LAGAR 0851 278 218A	CSA LINES A1414 B734 / M N428 LKPR EPWA	NB71 UNB71 LAGAR	NL 358 358
H00 0831 398	41 ULM 390	ASTUT 0851 248B 158	SCANDINAVIAN A2225 B738 / M N428 EKCH LDWV	UM725 T48 ASTUT	NL 398 138
ODNEM 0846 238	BRATISLAVA	LAM	A1411 AT72 / M N258 LKPR LROP	ROT236	EL
OKX 0833		ULP	A1421 L418 / M N188 LKHK EPPD	Z SPTPA T48	NL 118

**Figure 5** – Strips used in 1990s with E200 system “1 flight - 1 sector - 1 strip”

Lower amount of strips with this new system allowed to use smaller progress board which was at controllers table in front of planning controller.



**Figure 6** – Smaller progress board at ACC Praha (1990s) [5]

**COLOUR SCHEME OF STRIPS**

For achieving easier orientation in strips different colours were used. At the beginning there were only 4 flight paths all went above Prague. ACC Praha used red strips for flights heading towards Prague and black strips for flights heading from Prague. These were red or black preprinted strips and they were filled completely manually.

Later on preprinted strips were white and they were distinguished by different colours of its holders. But they were still filled completely manually.

With progress of automatization (1977) it was possible to print out strips based on received flight plans and it was no longer necessary to fill all information into strips manually.

At 1960s there were only few flight “routes” so it was easy to determine whether the flight is heading towards or from Prague. With more and more flight routes it became difficult to use this method and new colouring scheme was accepted. Blue holders were used for flights heading towards east and yellow holders for flights heading towards west.



**Figure 7** – Radio navigational chart of Czechoslovakia (1963) [5]

**III. ELECTRONIC FLIGHT STRIPS**

With growing traffic density and more advanced technologies electronic flight strips were introduced. This technology was developed in order to reduce Air Traffic Controllers workload (it was impossible to record all data into strips manually) and to increase safety (e.g. new safety nets based on comparison of mode S derived data and controllers input) and efficiency of providing Air Traffic Services. ACC Praha was equipped with electronic flight strips at 2005. All electronic flight strips systems have at least one independent back-up.



**Figure 8** – Electronic flight strips at ACC Praha at LKPR shortly after moving ATS to IATCC Jenec (2007) [8]



Figure 9 – Electronic flight strips at ACC Praha at IATCC Jenec - in the middle – primary electronic flight strips screen

NORMAL		HF-Exp		EFL		SPS												
EIS-Old		EIS-Full		EIS + HF-Exp														
C/S	Flt. Time	FL	MFL	FL	FL	FL	FL											
N	KLM1645	ENFA	1040	418	2	ANDV	1810	80	1910	//	8727	1537	EDWW	1500W	1500W	AJL414	14192	RAM
N	EZ1494L	NEVA	1039	360	360	LOWL	1810	80	2100	//	A319	1433	EDDD	1000	CAVL	43684	804	804
N	ETD224	ENFA	1042	370	370	HOLL	1140	0	2350	//	A321	1442	EDDD	01AA	HEIK	A2290	ETD40	ETD40
N	DLH1366	ORIG	1041	330	330	BAC	1810	0	2310	//	CRJ	1428	EDDF	DNK	PAKKA	A2117	LIETHANSA	LIETHANSA
N	AZAB300	NEVA	1037	360	360	CAVL	1814	87	2300	//	A321	1428	EDDF	EDDF	CAVL	A3814	AUTALIA	AUTALIA

HF-Expected							
C/S	Flt. Time	FL	MFL	FL	Flt. Time	Z	A
N	UAE55	BOND	1813	360	80PT	1111	121
N	SWR1348	SEPA	1844	350	LENA	1813	0
N	RFF3376	MARD	1845	360	RUDAP	1818	131
N	OTF613	BOND	1828	480	ORC	1110	131
N	IRM007	VNHF	1845	370	ORC	1818	0
N	FIN272	SEPA	1848	350	LENA	1819	0
N	ETD037	BOND	1852	380	ORC	1167	137
N	CFG029	LOKPO	1841	560	PVEX	1810	0
N	AMV074	ORC	1845	350	BAC	1818	0
N	APL2456	MARS	1818	340	ORC	1168	138

EIS Old							
C/S	Flt. Time	FL	MFL	FL	Flt. Time	Z	A
N	SDM258	SEPA	1818	370	LENA	1814	0
N	SB1897	BAC	1845	340	NRGO	1813	0

SPS			
Warning	C/S	Comment	MFL
ACT	W224056	A319A-ORC(0804)350	
EXP	W221626	A8177-ENFA(0831)370	
ACT	EZV465M	A8178-NEVA(1118)380	
EXP	DLH58C	A319A-VNHF(1813)370	
RUSS	DLH47T	NOT EQUIPPED-BAK(8738)380	

Figure 10 – Primary electronic flight strips screen [9]

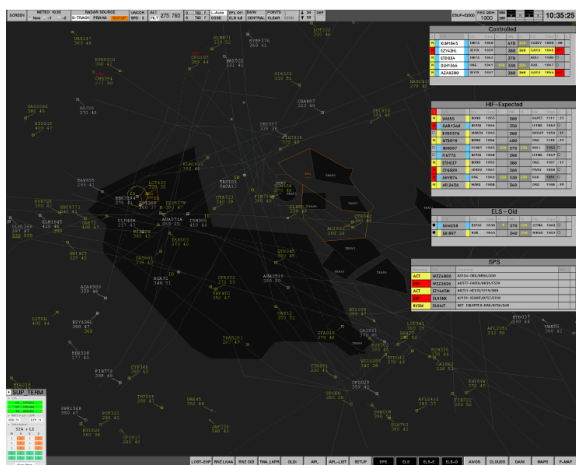


Figure 11 – Back up of electronic flight strips integrated within IDP system at Planning controllers position [9]

#### IV. CONCLUSION

At the beginning ACC Praha used map. This system was not able to handle increasing complexity of airspace and density of traffic and was replaced by paper strips in 1960s.

Paper strips evolved through time as traffic density and airspace structure demanded. ACC Praha used them for almost a half of a century. In 2005 paper strips were replaced by its electronic version which is still used today. Basically the function is still same, but it is connected with other systems and allows new safety nets and reduces controllers' workload.

Future systems used by ATC should be strip less – all relevant data should be represented on one huge screen and should be in maximum level integrated with surveillance information. Reason is that writing into strips in progress board or in another screen (other than surveillance information) is time consuming activity which reduces controllers time spent on observing surveillance screen.

#### REFERENCES

- [1] ZÁVODSKÝ, Karel. *Historie řízení letového provozu: 1910 - 2010*. Praha: your ARTillery, 2014. ISBN 978-80-905939-0-9.
- [2] DUDÁČEK, Lubomír. *Dopravní letiště Prahy: 1918 - 1946*. Praha: MBI, 1998. ISBN 80-902238-4-2.
- [3] Řízení letového provozu na Slovensku v 60. letech. *PLANES.CZ*. [online]. 6.7.2010 [cit. 2016-08-16]. Dostupné z: <http://www.planes.cz/cs/article/100448/rizeni-letoveho-provozu-na-slovensku-v-60-letech>
- [4] DUDÁČEK, Lubomír. *Dopravní letiště Prahy: 1947 - 2000*. Praha: MBI, 2000. ISBN 80-902238-6-9.
- [5] ZÁVODSKÝ, Karel. *Historie řízení letového provozu v České republice*. Praha: Picta Golem, 1998.
- [6] *Modré cesty ČSA* [film]. Scénář Bruno Šefranka. 1963.
- [7] *Strip říjen 2016: Podnikový zpravodaj Řízení letového provozu ČR, s.p.* Jeneč: Aprinto Group, s. r. o., 2016.
- [8] PLANES.CZ. *PLANES.CZ*. [online]. 17.2.2007 [cit. 2016-08-19]. Dostupné z: <http://www.planes.cz/cs/photo/1012727/ostatni-not-specified-praha-ruznyne-prg-lkpr>
- [9] HRACH, Miroslav. *Manuál pro používání elektronických stripů: Směrnice číslo: 01/05/DPRO/007*. Jeneč, 2016
- [10] HAVEL, Karel. *Řízení letového provozu*. Praha: NADAS, 1990. ISBN 8070300566.



# PRINCÍP FUNGOVANIA PASÍVNEHO RADARU

## PRINCIPLE OF OPERATION OF PASSIVE RADAR

*Nikolas Žáčik, Ing.*

Katedra Leteckej dopravy, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko  
nikolas.zac@gmail.com

**Abstract** – *The task of this article is to describe the issue of a new age of technology of passive radars (PSS) in terms of the principle of their operation and their technological description in detail. The article meets the informational and educational character through allowing the reader to understand how PSS is managing received signals and subsequent localization of the target. This article is directly linked to the doctoral thesis entitled "Methods of using alternative types of radar in air transport", and will be fully used for its elaboration as the theoretical basis for building a new network consists of PSS radars for perfect coverage of air space in area of the Slovak Republic.*

**Key words**– UAV, safety, development, risk.

### I. PRINCÍP ČINNOSTI PASÍVNEHO RADARU

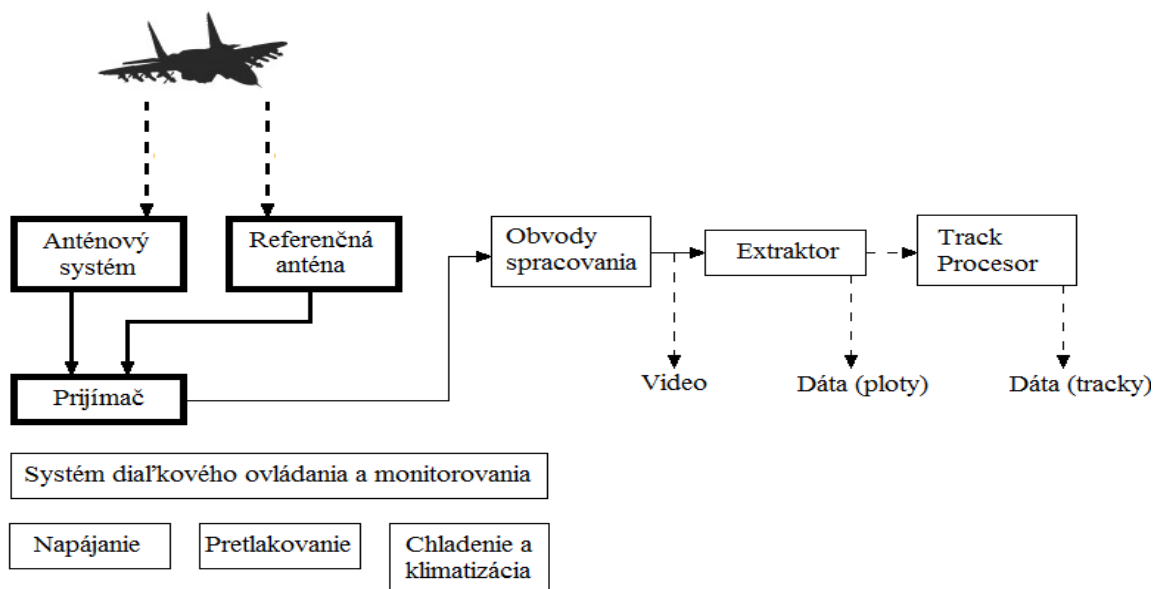
PSS, na rozdiel od tradičnej technológie primárnych radarov (PSR), nemá vysielateľ, ktorý by ožaroval sledovaný priestor, ale zariadenie je zložené z väčšieho počtu prijímačov. Nevysielajú žiadnu formu elektromagnetickej energie, ale iba prijímajú elektromagnetický signál z okolia. Porovnaním signálu z jednotlivých prijímačov možno presne určiť polohu cieľa. Tento druh radaru má využitie vo vojenských aplikáciách, v civilnom letectve nie je zatiaľ jeho potenciál plne využitý. Pre riadenie letovej prevádzky sa požívajú iba impulzné a pasívne radary [1] [2] [3] [4] [5].

### II. SCHÉMA A PRINCÍP ČINNOSTI PSS

Pasívne radary využívajú princíp kooperatívneho nezávislého sledovania. PSS pozostáva z niekoľkých antén na rôznych miestach, z ktorých vyhodnocuje prijaté signály. Teoreticky je možné sledovať akýkoľvek zdroj elektromagnetického žiarenia, v letectve sa využíva princíp odpovede vyvolanej dotazovačom niektorého sekundárneho radaru, prípadne pasívny sledovací systém môže mať vlastný dotazovač. V takomto prípade (nastavenej konštrukcii) neplatí tvrdenie o tom, že radar nevysiela [4] [5].

### III. PRINCÍP ČINNOSTI PSS PODEĽ SCHÉMY

Pasívne radary nevysielajú žiaden signál, iba prijímajú elektromagnetické žiarenie z okolia pomocou anténneho systému. Napriek princípu pasívneho príjmu signálu, je nutný zdroj určitého signálu pre toto žiarenie (echo). Štandardne sú postačujúce vysielateľ rádia, televízie, prípadne mobilnej siete, tiež sa s úspechom využíva signál vlastných i cudzích klasických radarov a dokonca aj nepriateľské rušiacie vysielanie. Všetky tieto zdroje žiarenia sa odrážajú od objektov na oblohe i mimo nej. Tvorí tak prirodzený signál, ktorý pasívny radar spracováva. Pasívny radar potrebuje viac prijímačov (antén), aby získal kvalitné dáta pre spracovanie v spolupráci s referenčným prijímačom (anténou). Z rozdielov signálov v jednotlivých meracích staniách možno presnejšie určiť polohu, smer a rýchlosť cieľa v danom okamžiku. Principiálna schéma sa mení v závislosti od použitej metódy určovania polohy.



Obrázok 1 – Schéma fungovania pasívneho radaru (zdroj: autor)

#### IV. POPIS ČASTÍ SCHÉMY PSS

##### REFERENČNÁ ANTÉNA (CENTRÁLA):

Hlavnou časťou PSS pracujúcich na báze všetkých metód je referenčná (centrál) anténa. Anténa neslúži na vysielanie, ale iba na pasívny príjem elektromagnetických signálov ktoré cieľ vyžaruje do okolitého prostredia. Centrála PSS slúži ako referenčný bod celého systému takže všetky súradnice sú prepočítavané vzhľadom na jej polohu. [4] [6].

Zdrojom signálu pre PSS môžu byť všetky zariadenia, vyžarujúce rádiový signál. Z tohto hľadiska je možné tieto zdroje rôznych rádiových signálov rozdeliť na:

- Signály z palubných rádiolokátorov.
- Signály z pozemných rádiolokátorov.
- Signály z identifikačných prostriedkov.
- Signály z rádio - navigačných prostriedkov.
- Signály z komunikačných prostriedkov.
- Signály z iných elektronických prostriedkov [6].

##### ANTÉNOVÝ SYSTÉM (STANICE):

Anténový systém je tvorený vedľajšími pridruženými anténami umožňujúcimi princíp multilaetrácie, pre ktorej výpočet je nevyhnutné prijať signál na viacerých miestach súčasne. Počet potrebných staníc sa líši v závislosti od použitej metódy určovania polohy ktoré sú popísané nižšie. Jednotlivé stanice sa rozkladajú v priestore na danom území, pre lepšie pokrytie celého systému a schopnosť zachytávať ciele aj vo väčších vzdialenostiach od centrály [4] [6].

##### PRIJÍMAČ:

Slúži na zosilnenie slabých rádiových signálov ktoré boli prijaté anténami. Jeho konštrukcia je pomerne zložitá keďže musí zachytávať aj najmenšie signály vygenerované cieľom nachádzajúcim sa v priestore, ale zároveň je požadovaná odolnosť voči rušivým signálom (elektromagnetickému šumu). Prijímač taktiež slúži na zber dát z jednotlivých staníc a centrály a tento signál posieľa ďalej na obvody spracovania [7].

##### OBVODY SPRACOVANIA:

Úlohou obvodov spracovania je vo veľmi krátkom čase spracovať dáta zo všetkých staníc ktoré sa prijali na prijímači. Spracovanie týchto signálov je pre vysoko výkonnú počítačovú techniku, jednoduchá a rýchla operácia. Výkonné počítače spracúvajú a vyhodnocujú dáta z rôznych komponentov PSS ktoré sa líšia v závislosti na použitej určovacej metódy [6] [7].

##### EXTRAKTOR:

V Extraktory sú jednotlivé získané dáta z rôznych zdrojov, sú z určitou pravdepodobnosťou priradené k jednému konkrétnemu cieľu. Na základe týchto priradených dát, ktorými môžu byť hyperboli, hyperboloidy alebo uhol príchodu sa potom určuje vypočítaná poloha cieľa v jednotlivých časových úsekoch. Druh požadovaných dát je určený použitou určovacou metódou, ktorých princíp fungovania a výpočtu je popísaný nižšie [6] [7].

##### TRACK PROCESOR:

Na výstupe z extraktora vznikajú dáta ktoré sú priradené k jednotlivým cieľom. Track procesor tieto dáta ďalej spája dokopy a spracováva, čím vytvára trajektórie jednotlivých cieľov Po vyhodnotení sa informácie, potrebné pre riadenie a kontrolu letovej prevádzky, zobrazujú operátorovi na indikačnej obrazovke [6] [7].

## SEKUNDÁRNY RADAR:

Modernejšie PSS systémy využívajú spoluprácu so sekundárnym radarom ktorý posiela dotazy cieľom podľa požiadaviek užívateľa a prijíma z nich vysielané odpovede s požadovanými údajmi. Princíp a fungovanie SSR je bližšie popísané v mojej bakalárskej práci Porovnanie sledovacích systémov v kapitole tri. Štandardne sa využíva SSR schopný pracovať v módoch A/ C/ S [4] [6].

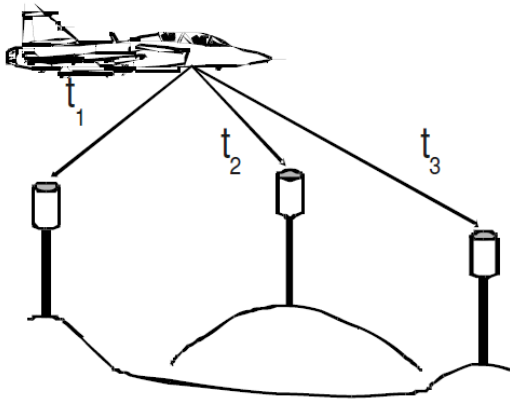
### V. PRINCÍP URČOVANIA POLOHY, METÓDA TIME DIFFERENCE OF ARRIVAL (TDOA)

Viacpozičná metóda TDOA je proces určenia polohy zdroja signálu v dvoch (popr. troch) rozmeroch riešením matematických priesečnikov viacerých hyperbol (alebo hyperboloidov), založený na princípe porovnávania časových rozdielov, príchodu signálov medzi viacerými anténami v anténnom systéme, ktoré slúžia ako prijímač signálu. Na tomto princípe určovania polohy cieľa fungujú aj pasívne rádiolokátory na území SR [5] [7] [8].

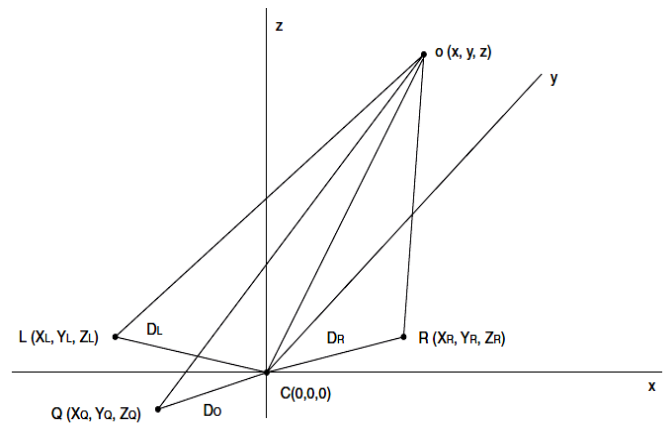
**Hyperboloid** je definovaný ako plocha, ktorá má konštantný rozdiel vzdialeností z dvoch bodov (v tomto prípade prijímačov) [5].

Určenie polohy potom môže byť:

- **Pre 2D lokalizáciu cieľa** – 2D poloha cieľa sa získava použitím dvoch hyperbol (troch prijímačov) kde poloha cieľa je tvorená ich priesečníkom [8].
- **Pre 3D lokalizáciu cieľa** – 3D poloha cieľa sa získava použitím aspoň troch hyperboloidov (aspoň štyroch prijímačov), kde poloha cieľa je tvorená priesečníkom týchto rotačných hyperboloidov [8].



Obrázok 2 - Schéma viacpozičná TDOA, určovanie 2D polohy ( $t_1-3$  = čas prijatia signálu) [Zdroj: <http://measure.feld.cvut.cz/>]



Obrázok 3 - Schéma viacpozičná TDOA, určovanie 3D polohy [Zdroj: <http://genesis.upce.cz>]

#### PREVÁDZKOVÉ PODMIENKY:

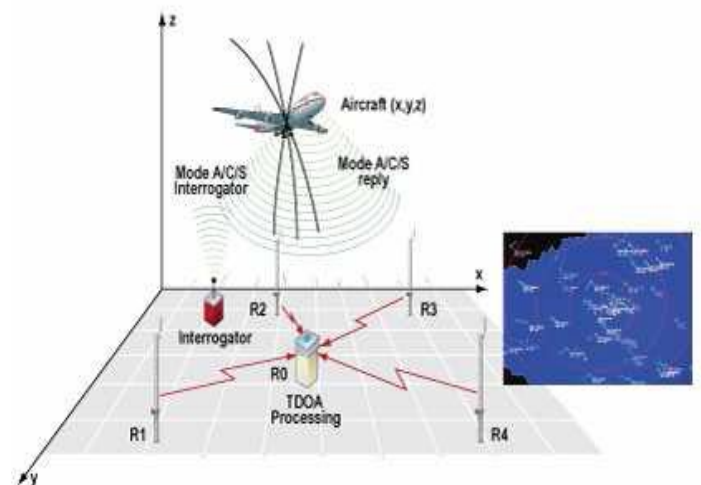
- Nutnosť súčasného prijmu signálu na niekoľkých stanovištiach.
- Nutnosť časovo stabilného prepojenia staníc.
- Problémy s jednoznačným vzájomným priradením prijatých signálov => jedno nezávislé meranie času príchodu na elimináciu neznámych okamihov [6] [8].

#### VYUŽITE:

- Prehľadové systémy Air traffic control (ATC).

### VI. PRINCÍP URČOVANIA POLOHY, METÓDA ANGLE OF ARRIVAL (AOA)

Inou metódou je určenie polohy pomocou AOA, teda určenie uhla, z ktorého prišiel signál. Ak aspoň dva prijímače určia uhol príchodu, cieľ sa nachádza v priesečníku dvoch polpriamok. Pasívne radary pre civilné letectvo vyrába česká firma ERA, ktorá vo svojom pasívnom sledovacom systéme využíva dotazovač módu A / C / S, 4 prijímače a spracúvajúcu jednotku [5] [7] [8] [9].



Obrázok 4 - Určovanie polohy pomocou AOA [Zdroj: <http://sra.com/era/>]

## VII. SWOT ANALÝZA

<p><b><u>STRENGTHS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nízke výrobné náklady</li> <li>• Nízka energetická náročnosť</li> <li>• Účinnosť a spoľahlivosť</li> <li>• Možnosť sledovať aj ciele ktoré odmietajú komunikáciu a autolokáciu</li> <li>• Účinnosť technológie voči rušeniu</li> <li>• Nízke výrobné náklady</li> <li>• Skladnosť – malé rozmery</li> <li>• Možnosť 3D zobrazenia polohy cieľa</li> </ul>	<p><b><u>WEAKNESSES</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kooperatívne závislé sledovanie</li> <li>• Závislosť od štruktúry rozloženia systému</li> <li>• Stacionárny systém (nemobilný)</li> <li>• V základnej konfigurácii iba 2D zobrazenie polohy cieľa</li> </ul>
<p><b><u>OPPORTUNITIES</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jednoduchá rozšíriteľnosť systému</li> <li>• Možnosť zvýšenia sledovacej kapacity v priestore</li> <li>• Nízke náklady na prevádzku</li> <li>• Možnosť lepšieho radarového pokrytia SR</li> <li>• Zvýšenie bezpečnosti</li> <li>• Veľmi zložité lokalizovanie systému PSS v teréne</li> </ul>	<p><b><u>THREATS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legislatíva pre ich použitie je v plienkach</li> <li>• Ďalšie nové nastupujúce technológie</li> <li>• Obmedzenia zapríčinené členitosťou zemského povrchu</li> </ul>

Obrázok 5 - SWOT analýza pasívneho radaru (zdroj: autor)

Celkový sumár jednotlivých výhod a nevýhod s podobnejším vysvetlením heslovitého znázornenia z analýzy SWOT nájdete v nasledujúcej podkapitole.

### NEVÝHODY PSS

**Technológia stále vo vývoji** – technológia stále nie je plne implementovaná v civilnej leteckej doprave, kde by sa taktiež mohla stať užitočnou súčasťou. Dôvodom nedokonalosť technológie pre civilné účely, no stále sa vyvíja [4] [6].

**Kooperatívne závislé sledovanie** – PSS potrebuje pre detekciu cieľa v priestore nejaký druh elektromagnetického vyžarovania produkovaného cieľom alebo jeho súčasťami, ciele ktoré by boli schopné operovať bez jeho tvorby, nie je možné týmto radarovým systémom zachytiť [4] [6] [9].

**Štruktúra** – PSS potrebuje pre svoje fungovanie správne a systematické rozloženie anténneho systému a referenčnej antény, aby bol schopný správne určovať polohu cieľa [4] [6].

**2D zobrazenie** – základné usporiadanie troch antén umožňuje iba 2D určenie polohy cieľa v priestore [4] [6] [9].

### VÝHODY PSS

**Nízke výrobné náklady** – vďaka svojej cenovej nenáročnosti na výrobu a prevádzku je cenovo výhodné a dostupné aj malým letiskám [4] [6] [9].

**Nízka energetická náročnosť** – možnosť prakticky nepretržitej prevádzky [4] [6].

**Nízke náklady na opravu a údržbu** – súčiastky a náhradné diely používané v PSS sú lacné a ľahko nahraditeľné. PSS nepotrebuje vysieláč a vyznačuje sa vysokou spoľahlivosťou [4] [6].

**Účinnosť proti rušičkám** – pokus o aktívne rušenie prispieva len na zlepšenie ich funkcie, pretože dochádza ku generovaniu signálu, ktorý môžu pasívne radary zachytiť a vyhodnotiť. Vďaka svojmu princípu fungovania je PSS schopný zachytiť aj “ neviditeľné “ lietadlá [4] [6].

**Veľmi zložitá lokalizácia PSS** – keďže je tento systém pasívny, je takmer nemožné tieto zariadenia lokalizovať a zničiť

navádzanými strelami. Z tohto dôvodu sú významnou strategickou zbraňou súčasnosti [4] [6].

**Skladnosť** – PSS je relatívne malý a potrebuje pre svoju prevádzku iba malú plochu na rozloženie, čo mu umožňuje rozložiť sa aj uprostred lesa. Preto môže byť použitý aj tam, kde by tradičné radary nebolo možné prevádzkovať [4] [6].

**3D zobrazenie** – rozšírené usporiadanie štyroch a viac antén, umožňuje presné 3D určenie polohy cieľa v priestore [4] [6].

**Vysoký výkon** – vďaka vysokej výkonnosti, ktorá umožňuje sledovať vysoký počet lietadiel (napr. PSS Tamara je schopný sledovať 72 lietadiel naraz) v priestore, čo zvyšuje výkonnosť letísk a spoľahlivosť letov poskytovaním informácií o vzdušnom priestore v reálnom čase. Typická aktualizácia informácií je 1 s [4] [6].

**Jednoduchá rozširiteľnosť** – PSS sa dá flexibilne rozšíriť a prispôbiť požiadavkám letiska a účelu, za ktorým má byť použitý. Je možné ho rozšíriť o dotazovač s módmí A / C / S a tak identifikovať všetky lietadlá aj vozidlá vybavené odpovedačom rovnakého typu. Takýmto komplexným sledovaním sa značne zlepšuje kontrola nad všetkými pohybovými plochami letiska [4] [6].

## VIII. ZÁVER

Článok podrobne popisuje princíp fungovania pasívnej sledovacej techniky, doplnený prehľadnými schémami a ich vysvetlením. Táto časť práce ponúka jednoduché a stručné vysvetlenie ako tieto typy radarov pracujú a na základe akých metód lokalizujú jednotlivé ciele. Vedomosti, obsiahnuté v tejto prvej časti elaborátu, sú nevyhnutné pre pochopenie celkového významu PSS technológie. Schémy, popisujúce funkcie a hlavné úlohy jednotlivých častí, sú mojou vlastnou tvorbou, vytvorenou na základe textov teoretického popisu ich činnosti z viacerých diel. Podobné schémy sa mi nepodarilo nájsť v žiadnom inom zo skúmaných prameňov. V tomto elaboráte nie sú popísané ostatné druhy radarov, vzhľadom na obmedzený rozsah práce.

Bližšie údaje ohľadom vojenských PSS, najmä čo sa týka ich polohy ale aj presných princípov činnosti, sa mi nepodarilo získať, keďže sú to informácie strategického významu, podliehajúce stupňu utajenia. Informácie pochádzajú len z neoficiálnych zdrojov a tie nepovažujem za vhodné publikovať.

PSS technológia je jednoznačne budúcnosťou v monitorovaní a kontrolovaní vzdušného priestoru, ne len pre jeho vysokú účinnosť ale aj cenu. Napríklad odhadovaná cena navrhovaného WAM system (sieť pasívnych radarov) by sa pre celé územie Slovenska pohybovala len okolo 3 až 4 miliónov eur, v závislosti od použitia konkrétneho druhu antén a počtu staníc. Pre porovnanie, jeden primárny radar určený na rovnaký účel sa pohybuje cenovo okolo 3 miliónov eur a jeho ročné prevádzkové náklady sú 5 až 6 krát vyššie.

## POĎAKOVANIE

This paper is published as one of the scientific outputs of the project: „*Centre of Excellence for Air Transport ITMS 26220120065*“.



## LITERATÚRA

- [1] CUPRIK R. 2015. *Pašeráci našli dieru na hranici. Kaliňák to nerieši*. [online]. Denník SME, 06.10.2015. [citované 2016-02-13] Dostupné na internete: <<http://domov.sme.sk/c/8027899/paseraci-nasli-dieru-na-hranici-kalinak-to-neriesi.html>>.
- [2] TV MARKÍZA. 2015. *Toto je pravdepodobný scenár pádu ukrajinského lietadla*. [online]. TV NOVINY, 18. 09 2015. [citované 2016-02-13] Dostupné na internete: <[http://www.tvnoviny.sk/domace/1805363\\_toto-je-pravdepodobny-scenar-padu-ukrajinskeho-lietadla](http://www.tvnoviny.sk/domace/1805363_toto-je-pravdepodobny-scenar-padu-ukrajinskeho-lietadla)>.
- [3] ZAMBORSKÝ V. 2015. *Pašerák cigariet*. [online]. Noviny SK, 2015. [citované 2016-02-13] Dostupné na internete: <<https://www.noviny.sk/slovensko/72944-paserak-cigariet-poprehanal-policajtov>>.
- [4] HAVEL K. a kol. 2005. *Základný kurz pre personál technického zabezpečenia prevádzkových služieb*. Bratislava: LPS SR, 2005. 451 s.
- [5] SCHEJBAL V. 2004. *Pasívni radary Tamara a Věra* [online]. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. 10 s. [citované 2016-03-07], Dostupné na internete: <[http://genesis.upce.cz/priloha/keep\\_clanek01](http://genesis.upce.cz/priloha/keep_clanek01)>
- [6] FÁBRY L. 2014. *História a vývoj pasívnych sledovacích prostriedkov a možnosť ich využitia* [online]. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2014. 18 s. [citované 2016-03-08] Dostupné na internete: <<http://web.tuke.sk/lf-klp/Fabry%20Lubomir/SLP2/SLP2%20%28blok7%29%20Pasivne%20radary%20doplno%20prednasky.doc>>
- [7] KANDERA, B. :Flight laboratories and flight data recorders In: Perner's Contacts [elektronický zdroj]. - ISSN 1801-674X. - Vol. 6, No. 5 (2011), s. 111-117.
- [8] KANDERA, B. NOVÁK, A.: *Moderní sledovací systémy v letecké dopravě*, 1. vyd. - Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2010. - 130 s., AH 8,75, VH 9,16 : obr., tab. - ISBN 978-80-7204-699-7.
- [9] ŠKULTÉTY, F.: Increasing aviation safety through the global air navigation system In: Zvyšovanie bezpečnosti a kvality v civilnom letectve 2016 : medzinárodná vedecká konferencia 27.-29. január 2016. - Žilina: Žilinská univerzita, 2016. - ISBN 978-80-554-1143-9. - S. 44-47.

# AUTOMATICKÉ ZÁVISLÉ SLEDOVANIE V SÚČASNOSTI

## TODAY'S AUTOMATIC DEPENDENT SURVEILLANCE

Nikolas Žáčik, Ing.

Katedra Leteckej dopravy, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko  
nikolas.zac@gmail.com

**Abstract** – This article describes the principle of work of Automatic dependent surveillance – broadcast known also as ADS-B. The development of aviation surveillance technologies and ways of detection was in the last 10 years incredibly fast. New concept of ADS-B technology is in all ways different from other known technologies but the most principle similarities has with secondary surveillance technology. In case ADS-B is target controled itself by collecting all information from airplane instruments (GPS, VOR, DME, GALILEO, GLONASS, INS) and target itself sends all this data directly to ATC. This technology can solve problems with not sufficient code ranges of SSR radars working in the A mode. How exactly technology works and how are all data collected and sent to the ATC is described further in this article.

**Key words** – ADS-B, surveillance, data, broadcast.

### I. Úvod

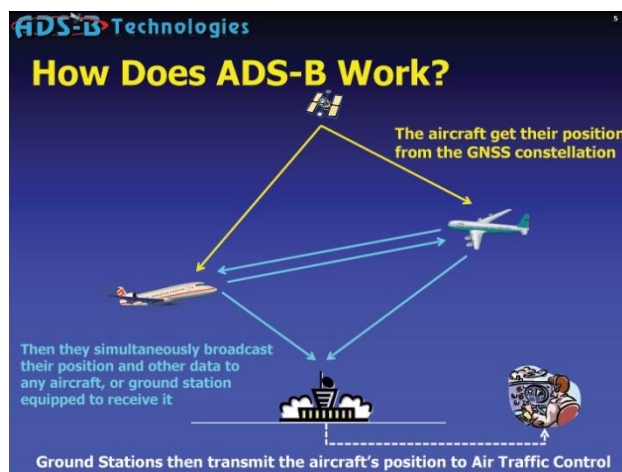
Súčasný systém riadenia a zabezpečovania letovej prevádzky vyčerpáva možnosti ďalšieho rozvoja. Nakoľko dopyt po leteckej doprave vo viacerých častiach sveta neustále narastá, preto je potrebné zamerať sa na zlepšenie stratégie sledovania. Zvýšená hustota leteckej premávky prináša so sebou veľa problémov. V oblasti sledovania ide hlavne, obmedzený počet kódov pre mód A (4096), o preťaženie odpovedačov a to že SSR systém predstavuje obmedzený dátový prenos, ktorý neumožňuje prenášať okrem módov A a C žiadne iné užitočné informácie, či už v smere vzduch- zem, zem-vzduch alebo vzduch – vzduch.

Letová prevádzka nad oceánmi alebo oblasťami pevniny, ktoré nie sú pokryté radarovým signálom je ďalším problémom. V týchto oblastiach je poloha lietadiel oznamovaná hláseniami posádok. Z dôvodu bezpečnosti letovej prevádzky je nutnosť dlhších časových intervalov medzi jednotlivými hláseniami, čo vedie k veľkým rozstupom medzi lietadlami a tým aj k obmedzeniu kapacity tratí, ktoré vedú ponad tieto oblasti. Jedným z možných riešení týchto problémov je použitie ADS.

### II. POPIS ADS TECHOLÓGIE A JEJ DELENIE

ADS je sledovanie pri ktorom lietadlo automaticky zisťuje a poskytuje dáta odvodené z palubných navigačných systémov vrátane identifikácie lietadla, 4 - rozmernej polohy (3D vrátane časovej informácie) a prídavných dát. ADS je plne závislé od dát a systémov, ktoré sú k dispozícii na palube lietadla. V tomto je najvýraznejší rozdiel medzi ADS a klasickým spôsobom sledovania pomocou radarov.

Pri ADS je poloha lietadla zisťovaná automaticky a výhradne prístrojmi na palube lietadla (GPS, VOR, DME, GALILEO, GLONASS, INS). Narozdiel od radarových systémoch, kde poloha je meraná v samotných senzoroch, ktoré sú umiestnené na zemi. Tým ADS mení úlohu pozemných zariadení z meracích (radary merajú presnú diaľku a azimut cieľov) na komunikačné systémy na prenos dát. GNSS (GLONASS, GPS, GALILEO) je základným zdrojom informácií o polohe lietadla a využíva ho väčšina implementácií ADS. Napriek tomu sú využívané aj klasické navigačné systémy, napr. VOR/DME a pod.



Obrázok 1 – Princíp činnosti ADS-B

Odlišujeme dva typy ADS, a to ADS-B (broadcast) a ADS-C (contract). Oba tieto typy majú rovnaké požiadavky na navigačný systém ale rozdiel je v tom že používajú rôznu komunikačnú dátovú linku.

### III. ADS-B

Pri ADS – B lietadlo vysiela správu o polohe automaticky a tá môže byť prijatá ktorýmkoľvek pozemným prijímačom alebo lietadlom, samozrejme v dosahu vysielača (preto broadcast). Prijatie správy o polohe nie je potvrdzované príjemcom, tým pádom lietadlo nevie či správa bola niekým prijatá. Preto sa správy o polohe vysielať často a pravidelne, takže strata malého množstva správ o polohe nie je z prevádzkového hľadiska významná. Prístroje lietadla, môžu vytvoriť pre pilotov obraz vzdušnej situácie na základe správ, ktoré prijalo o polohe od okolitých lietadiel. To zvyšuje bezpečnosť tým, že umožňuje pilotom včas reagovať na novú situáciu. Tento spôsob sledovania vzduch- vzduch nie je možný

pri ADS-C.ADS-B dáta sú vysielané každú pol sekundu na frekvencii 1090MHz, digitálneho dátového spoja.

#### VYSIELANIA MÔŽU ZAHŔŇAŤ:

- Identifikáciu lietadla (číslo letu alebo volací znak)
- Pozíciu v priestore (zemepisná šírka / dĺžka)
- Barometrické výšky
- Vertikálnu zložku (rýchlosť stúpania / klesania)
- Traťový uhol, rýchlosť voči zemi
- Indikácie pre naliehavé situácie (pokiaľ je zvolený núdzový kód)

#### IMPLEMENTÁCIA

ADS-B je prvkom USA - Next Generation Air Transportation System (NextGen), Single European Sky ATM Research (SESAR). Toto zariadenie je povinné v častiach austrálskeho vzdušného priestoru, v spojených štátoch sa vyžaduje jeho implementácia v určitých lietadlách do roku 2020, a zariadenie bude povinné pre niektoré lietadlá v Európe od roku 2017. Kanada tento systém už používa pre riadenie letovej prevádzky.

#### SLUŽBY

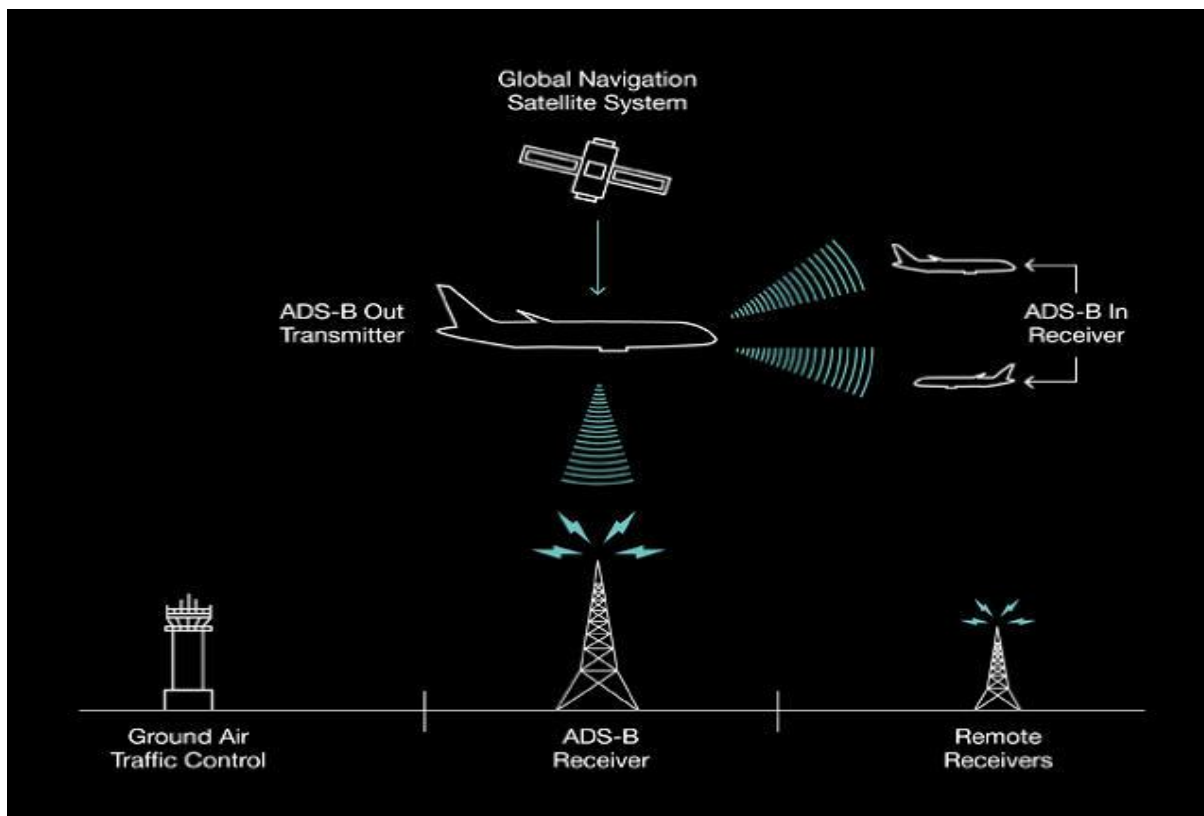
ADS-B, sa skladá z dvoch rôznych služieb, "ADS-B Out" a "ADS-B In". Táto služba by mohla nahradiť radar ako primárnu kontrolnú metódu, na celosvetovú prevádzku lietadiel. V Spojených štátoch, ADS-B je neoddeliteľnou súčasťou národnej stratégie vzdušného priestoru NextGen pre modernizáciu a posilnenie infraštruktúry a prevádzky letectva. Systém ADS-B môže tiež poskytnúť informácie o počasi

prostredníctvom aplikácie TIS-B a FIS-B. ADS-B zvyšuje bezpečnosť tým, že lietadlo je vidieť v reálnom čase, k riadiacim letovej prevádzky (ATC) alietadlá vybaveným ADS-B sú informácie o polohe a rýchlosti zasielané každú sekundu. Pre analýzu po lete sú tieto informácie sťahované a zaznamenávané. ADS-B tiež poskytuje dáta pre sledovanie letu, plánovanie a expedíciu.

"ADS-B Out(výstup)" pravidelne vysiela informácie o každom lietadle prostredníctvom palubného vysielača, ako je napríklad identifikácia, aktuálna poloha, nadmorská výška a rýchlosť. ADS-B Out (výstup) poskytuje riadiacemu letovej prevádzky v reálnom čase informácie o polohe, ktoré sú vo väčšine prípadov, presnejšie než dostupné informácie s existujúcich systémov na radarovej báze. S presnejšími informáciami, je ATC schopné nasmerovať a oddeliť lietadlá s lepšou presnosťou a načasovaním.

"ADS-B In" je príjem lietadlom FIS-B a TIS-B údajov a ďalších údajov ADS-B, pričom ide o priamu komunikáciu z neďalekého lietadla. Činnosť ADS-B In je obmedzená na základe výstupu ADS-B Out, lebo nedokáže pracovať samostatne.

Systém sa opiera o dve zložky - zdroje z GPS navigácie a datalink (ADS-B jednotka). Existuje niekoľko typov certifikovaných ADS-B dátových spojov, ale najbežnejšie pracujú na frekvencii 1090 MHz, v podstate ide o upravený mód S, alebo na frekvencii 978 MHz. FAA požaduje, aby lietadlá, ktoré nachádzajúce sa pod 18,000 feet (5500 metrov), používali frekvenciu 978 MHz, pretože to pomôže zmierniť zahltenie frekvencie 1090MHz.



Obrázok 2 – Princíp fungovania ADS-B in a ADS-B out

## BEZPEČNOSŤ

ADS-B umožňuje lietanie podstatne bezpečnejšie v leteckej doprave tým, že poskytuje pilotom zlepšené letové podmienky. Piloti v kabíne vybavenej ADS – B majú možnosť vidieť, na ich primárnom displeji, ostatnú prevádzku pôsobiacu vo vzdušnom priestore, rovnako ako majú prístup k podrobným informáciám o počasi. Môžu tiež prijímať aktuálne informácie o dočasných obmedzeniach amomentálne neprístupných dráhach.

## ZLEPŠENÁ VIDITEĽNOSŤ

Dokonca aj lietadlo, ktoré je vybavené len ADS-B Out je viditeľné pre riadiacich letovej prevádzky, ktorý majú potom schopnosť presnejšie a spoľahlivejšie sledovať ich pozíciu. Pri použití tohto systému je zobrazovaný rovnaký radarový obraz pilotovi aj riadiacemu. Ostatné plne vybavené lietadlá nachádzajúce sa v blízkosti ich vzdušného priestoru môžu ľahšie identifikovať a vyhnúť sa konfliktu s lietadlom vybaveným ADS-B OUT. Predošlé systémy ako je napríklad - (TCAS), ktorý umožňoval vidieť ďalšie lietadlo len v prípade ak bolo vybavené rovnakou technológiou. Vďaka ADS-B, sú odoslané informácie lietadlám pomocou ADS-B In (príjem), ktorý zobrazuje všetky lietadlá v oblasti, a to aj tie, ktoré nie sú vybavené ADS-B technológiou. ADS-B poskytuje lepšie sledovanie v okrajových oblastiach radarového pokrytia. Umiestnenie radaru nevyžaduje veľkú náročnosť. Jeho presnosť je konzistentná v celom rozsahu.

ADS-B umožňuje vyššiu bezpečnosť tým, že poskytuje:

- Zvýšený počet VFR letov v dôsledku pokrytia
- konečné priblíženia a obsadenie dráh, čo znižuje narušenie dráhy na zemi
- Presnejšiu odozvu pri pátraní a záchrane
- Vylepšené vizuálne akvizície najmä pre všeobecné letectvo podľa VFR
- Vizuálne oddelenie vo VFR podmienkach
- VFR separácia za všetkých poveternostných podmienok
- skutočné zobrazenie počasia v čase
- skutočné zobrazenie vzdušného priestoru v čase

## ÚČINNOSŤ

ADS-B technológia poskytuje presnejšiu správu o polohe lietadla. To umožňuje riadiacemu viesť lietadlo do a von z preplneného vzdušného priestoru s menšími štandardnými rozstupmi lietadiel, čo pred tým nebolo možné urobiť bezpečne. Tým sa znižuje dĺžka času lietadla, ktoré musí čakať kým bude vektorované pre udržanie kurzu. Odhady ukazujú, že to má priamy vplyv na zníženie spotreby paliva a celkového znečistenia.

## ZLEPŠENIE PREVÁDZKOVEJ KAPACITY

ADS-B umožňuje zvýšenú kapacitu a účinnosť podporou:

- Separácie jednotlivých lietadiel;
- rozšírenia vizuálnych priblížení;
- znížených odstupov na konečnom priblížení;
- Zmenšenej separácie lietadiel;
- dráhových operácií a nižšej viditeľnosti;
- Lepšie služby riadenia letovej prevádzky v oblastiach bez radarového krytia.

## IV. ĎALŠIE APLIKÁCIE

Dátové spojenie ADS-B podporuje množstvo vzdušných a pozemných aplikácií. Každá aplikácia má svoj vlastný operačný koncept, algoritmus, postupy a normy.

### DISPLEJ KOKPITU DOPRAVNÝCH INFORMÁCIÍ.

Displej kokpitu dopravných informácií (CDTI- A cockpit display of traffic information) je všeobecný displej, ktorý poskytuje letovej posádke sledovanie informácií o iných lietadlách, vrátane ich pozície. Dopravné informácie pre CDTI môžu byť získané z jedného alebo viacerých zdrojov, vrátane ADS-B, TCAS a TIS-B.

### ZOBRAZENIE TIS-B

Okrem prevádzky na základe správ ADS-B, funkcia CDTI môže tiež zobraziť aktuálny stav počasia, terénu, štruktúru vzdušného priestoru, prekážky, detailné letiskové mapy a ďalšie informácie týkajúce sa konkrétnej fázy letu.



Obrázok 3 – Zobrazenie TIS-B



## ACAS

Dôležitou súčasťou ACAS je ADS – B, ktorý je považovaný za užitočný systém. Začlenenie ADS-B môže poskytnúť výhody ako sú:

- Znižovanie zbytočných poplachov a iných informácií
- predchádzania zrážkam pod 1000 stôp nad úrovňou zeme, a detekcie narušenia dráhy

### V. ZÁVER – ZHRNUTIE

Záverom tohto článku je prehľadný sumár jednotlivých výhod a nevýhod tejto technológie, čo určuje spôsob jej vývoja a ďalšieho použitia v budúcnosti.

#### VÝHODY:

- schopnosť sledovania prenosom vzduch- vzduch
- dohľad v odľahlých miestach bez radarového pokrytia
- včasné letecké informácie v kokpíte
- umožňuje zníženie odstupov lietadiel
- väčšia predvídateľnosť v čase odchodu a príchodu
- zlepšuje schopnosť riadiť riadiacich letovej prevádzky prevádzku a flotily lietadiel
- zlepšuje schopnosť riadiacich letovej prevádzky plánovať prílety a odlety s dostatočným predstihom
- umožňuje sledovanie letiskových pozemných vozidiel (ADS-B pre autá vysielateľ Maps)
- zvýšenie počtu letových tratí

#### NEVÝHODY:

- Potreba rozšírenia palubného technického vybavenia lietadiel
- Závislosť od jedného hlavného plne operačného navigačného systému (GPS).

## POĎAKOVANIE

This paper is published as one of the scientific outputs of the project: „*Centre of Excellence for Air Transport ITMS 26220120065*“.



## LITERATÚRA

- [1] ŠKULTÉTY, F.: Increasing aviation safety through the global air navigation system In: Zvyšovanie bezpečnosti a kvality v civilnom letectve 2016 : medzinárodná vedecká konferencia 27.-29. január 2016. - Žilina: Žilinská univerzita, 2016. - ISBN 978-80-554-1143-9. - S. 44-47.
- [2] KUNZI, FABRICE; HANSMAN, R John (July 16–17, 2009), "Identification of ADS-B User Benefits to Incentivize GA Equipage", JUP Quarterly Meeting (presentation), MIT International Center for Air Transportation
- [3] KANDERA, B. :Flight laboratories and flight data recorders In: Perner's Contacts [elektronický zdroj]. - ISSN 1801-674X. - Vol. 6, No. 5 (2011), s. 111-117.
- [4] SHAVER, TIMOTHY 'Tim' (April 29, 2011), "FAA Avionics Maintenance Branch Manager", in Thurber, Mett, Dealers delight in new avionics at AEA'11, Avionics
- [5] Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B). RTCA. April 10, 2003. DO-260A.
- [6] HH SHEIKH MOHAMED bin ZAYED OPENS SHEIKH ZAYED CENTRE" (Press release). UAE: GCAA. November 2009. Retrieved 2010-05-13