



**Faculty  
of Transport**  
WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



---

**POLITECHNIKA WARSZAWSKA**  
**WYDZIAŁ TRANSPORTU**  
**ZAKŁAD INŻYNIERII TRANSPORTU LOTNICZEGO**

**WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**  
**FACULTY OF TRANSPORT**  
**DIVISION OF AIR TRANSPORT ENGINEERING**



---

**MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA NAUKOWA**  
**INŻYNIERIA RUCHU LOTNICZEGO**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE**

**AIR TRAFFIC ENGINEERING**

---

STRESZCZENIA ARTYKUŁÓW

ARTICLES ABSTRACTS

**WARSAWA, PL**

**17.05.2022 r.**



---

Redakcja naukowa | Scientific Editor

*Anna Kwasiborska*

Opracowanie techniczne | Technical Editor

*Karolina Kurek*

*Anna Kwasiborska*

Tłumaczenia tekstów zamieszczono w postaci edytorskiej nadesłanej przez Autorów.

Abstracts translations are in their original form submitted by authors.

© Copyright by Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej,

Warszawa 2022

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych, w tym nie może być umieszczony i rozpowszechniany w Internecie bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

All rights reserved. No part of this publication may be modified, reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from publisher.

---

## **INŻYNIERIA RUCHU LOTNICZEGO**

Konferencja zorganizowana pod patronatem honorowym

JM REKTORA  
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

MIĘDZYNARODOWEGO ZRZESZENIA  
PRZEWOŹNIKÓW LOTNICZYCH – IATA

MINISTRA INFRASTRUKTURY

PREZESA URZĘDU LOTNICTWA CYWILNEGO

## **AIR TRAFFIC ENGINEERING**

Conference organized under the honorary patronage of the  
RECTOR OF WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION – IATA

POLISH MINISTER OF INFRASTRUCTURE

PRESIDENT OF THE CIVIL AVIATION AUTHORITY IN POLAND

---

## KOMITET NAUKOWY KONFERENCJI SCIENTIFIC COMMITTEE

Anna Stelmach (Przewodnicząca) – *Politechnika Warszawska*  
Jacek Skorupski (Wiceprzewodniczący) – *Politechnika Warszawska*  
Michelle Bandeira – *Aeronautical Institute of Technology, Brasil*  
Wang Bo – *Ningbo University of Technology, China*  
Martin Bugaj – *University of Zilina, Slovakia*  
Peter Choroba – *Eurocontrol, France*  
Leszek Cwojdziniński – *Bombardier*  
Reggie Davidrajuh – *Stavanger University, Norway*  
Wiesław Dąbrowski – *Institute of Roads and Airports, Poland*  
Andrzej Fellner – *Politechnika Śląska*  
Andrii Galkin – *Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine*  
Iwona Grabarek – *Politechnika Warszawska*  
Giorgio Guglieri – *Technical University of Turin, Italy*  
Ryszard Hać – *Lotnicza Akademia Wojskowa, Dęblin*  
Jeevith Hegde – *Norwegian University of Science and Technology, Norway*  
Gokhan Inalhan – *Istanbul Technical University, Turkey*  
Luboš Janko – *Czech Technical University in Prague, Czech Republic*  
Radosav Jovanović – *University of Belgrade, Serbia*  
Jaroslav Juračka – *Brno University of Technology, Czech Republic*  
Antonín Kazda – *University of Zilina, Slovakia*  
Robertas Keršys – *Kaunas University of Technology, Lithuania*  
Grzegorz Kowalczyk – *Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych*  
Jakub Kraus – *Czech Technical University in Prague, Czech Republic*  
Andrzej Krzyszkowski – *Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu*  
Pavol Kurdel – *Technical University of Košice, Slovakia*  
Andrej Lalis – *Czech Technical University in Prague, Czech Republic*  
Sławomir Michalak – *Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych*  
Andrej Novak – *University of Zilina, Slovakia*  
Doris Novak – *University of Zagreb, Croatia*  
Alena Novak-Sedlackova – *University of Zilina, Slovakia*  
Olegas Prentkovskis – *Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania*  
Adam Rurak – *Lotnicza Akademia Wojskowa, Dęblin*  
Michael Schultz – *Technical University of Dresden, Germany*  
Alexei Sharpanskykh – *Delft University of Technology, Netherlands*  
Miroslaw Siergiejczyk – *Politechnika Warszawska*  
Aleksander Śladkowski – *Politechnika Śląska*  
Jonas Stankunas – *Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania*  
Stanislav Szabo – *Technical University of Kosice, Slovakia*  
Piotr Uchroński – *Akademia WSB*  
Adam Weintrit – *Uniwersytet Morski w Gdyni*



---

**KOMITET ORGANIZACYJNY KONFERENCJI  
ORGANIZING COMMITTEE**

*Zakład Inżynierii Transportu Lotniczego*

Anna Kwasiborska (Koordynator Konferencji)

Robert Szymczak

*Studenckie Koło Naukowe Transportu Lotniczego*

Piotr Szałas

Aleksandra Staluszka

Karolina Kurek

Piotr Saporowski



---

PATRONAT HONOROWY | HONORARY PATRONAGE



**Politechnika  
Warszawska**



Urząd Lotnictwa Cywilnego

PARTNERZY KONFERENCJI | CONFERENCE PARTNERS



**welcome**  
AIRPORT SERVICES

**PANSA**

PATRONAT MEDIALNY | MEDIA PATRONAGE



---

## Spis treści

### **Krzysztof BANASZEK**

Standards and regulations for U-space as a baseline for timely and effective implementation of services developed in the SESAR2020 framework.....	10
Standardy i regulacje U-space jako podstawa skutecznego i terminowego wdrożenia usług opracowanych w ramach projektów SESAR2020 .....	11

### **Rioletta BUKAROVA, Michał CZERNICKI, Monika KARPIŃSKA, Kacper PAWLAK**

Koncepcja i założenia Centralnego Systemu Alokacji Pasażerów .....	12
Concept and assumptions of Central Passenger Allocation System .....	13

### **Arkadiusz BYLICA, Anton PASHKEVICH**

Introduction of Global Report Format: summary after the first winter season .....	14
---	----

### **Iwona CHAJDAŚ, Anton PASHKEVICH, Mariusz SOBOŃ**

Adaptation of European low-cost airlines to a new reality caused by the COVID-19 pandemic: case study .....	15
---	----

### **Bartosz DALBA**

Runway length calculation .....	16
Obliczanie długości drogi startowej.....	17

### **Bartosz DALBA**

The air cargo market overview.....	18
Przegląd rynku lotniczego cargo .....	19

### **Jakub DYRCZ, Wioletta BINKOWSKA**

Method to calculate compensations for passengers in the air transport: possible changes and updates of Regulation (EC) No 261/2004 .....	20
--	----

### **Jeet DHOKIYA**

Detection of Micro Aerial Vehicle by path classification using Computer Vision .....	21
--	----

### **Andrzej FELLNER, Wojciech GORECKI, Radosław FELLNER**

Selected operational problems for dedicated Unmanned Aerial System .....	22
Wybrane problemy operacyjnego zastosowania dla dedykowanych bezzałogowych .....	23

### **Agnieszka FORTOŃSKA**

EASA activities in the field of cybersecurity .....	24
Działalność EASA w zakresie cyberbezpieczeństwa.....	25

### **Patrycja GUZANEK, Sylwia BŁAŻEJCZYK, Anna BORUCKA, Marek KALWASIŃSKI**

Modeling of luggage flow at the airport.....	26
Modelowanie przepływu bagaży na lotnisku .....	27

### **Monika KARPIŃSKA**

Assessment of the impact of epidemic threats on airport processes .....	28
Ocena wpływu zagrożeń epidemicznych na procesy działalności portu lotniczego.....	29

### **Artur KINOWSKI**

General Approach to Analyzing Information Security of Air Traffic Management Processes .....	30
--	----

### **Anna KOBASZYŃSKA-TWARDOWSKA, Monika WANTUŁA, Artur KINOWSKI**

The impact of external factors on demand and supply in air transport in 2020-2021 .....	31
Wpływ czynników zewnętrznych na popyt i podaż w transporcie lotniczym w latach 2020-2021 .	32

---

<b>Katarzyna KOSAKOWSKA, Anna BORUCKA, Leszek GIL</b> Modeling road traffic to the airport in the context of its seasonality .....	33
<b>Kamil KRASUSKI, Janusz ĆWIKLAK, Magda MROZIK</b> Analiza wyznaczenia parametru dokładności dla dwuodbiornikowego rozwiązania EGNOS w nawigacji lotniczej.....	34
<b>Andrzej MAJKA, Aleksandra PASICH, Paweł OSTREGA</b> Concept of Radius to Fix leg in precision approach based on GLS and its influence on flight efficiency.....	35
<b>Dominika MARZEC, Radosław FELLNER</b> Review of risk assessment tools and techniques from the perspective of aerodrome operator..... Przegląd narzędzi i technik oceny ryzyka z perspektywy zarządzającego lotniskiem.....	36 37
<b>Barbara MIKA, Marta GALANT-GOŁĘBIEWSKA, Marta MACIEJEWSKA</b> A comparative analysis of aviation experts and novices in research using the eye tracking technique..... Analiza porównawcza ekspertów i nowicjuszy lotniczych w badaniach z zastosowaniem techniki eye trackingu.....	38 39
<b>Piotr UCHROŃSKI, Jacek SKORUPSKI</b> Determinants of implementing new technologies in the cargo security control process .....	40
Determinanty wdrażania nowych technologii w procesie kontroli bezpieczeństwa ładunków.....	41
<b>Kamila PRZESPOLEWSKA-GDOWIK</b> Analiza wpływu zastosowanej trajektorii lotu na zanieczyszczenie powietrza w obszarze okołolotniskowym.....	42
<b>Eshta RANYAL, Ayan SADHU, Kamal JAIN</b> ai based pothole detection and stereoscopic 3D reconstruction .....	43
<b>Mirosław SIERGIEJCZYK, Adam ROSIŃSKI, Jacek PAŚ, Jarosław ŁUKASIAK</b> Assessment of the technical condition of the power supply of electronic airport security systems in the aspect of electromagnetic disturbances .....	44
Problematyka oceny stanu technicznego zasilania elektronicznych systemów bezpieczeństwa portu lotniczego w aspekcie zakłóceń elektromagnetycznych .....	45
<b>Michał SKAKUJ, Przemysław CHYLARECKI, Albert de HOON</b> Wildlife hazard in urban air transportation .....	46
Zagrożenia środowiskowe w miejskim transporcie lotniczym .....	47
<b>Piotr SZALAŚ, Daniil CZAHAH, Tomasz WIŚNIEWSKI, Patrytsyia STZHALKOUSKAYA, Julia WIELICZKO, Julia ŁOPATA</b> Analysis of solutions to reduce aviation fuel emissions caused by aircraft taxiing .....	48
Analiza sposobów zmniejszenia emisji spalin lotniczych spowodowanych operacjami kołowania statków powietrznych.....	49
<b>Monika WANTUŁA, Anna KOBASZYŃSKA-TWARDOWSKA</b> Hazard identification at airport ground handling locations.....	50
Identyfikacja zagrożeń na stanowiskach obsługi naziemnej w porcie lotniczym.....	51
<b>Grzegorz WIEJAK, Małgorzata GRZELAK, Andrzej ŚWIDERSKI</b> Forecasting the number of vehicle-kilometres by applying the autoregression model, using Warsaw Trams as an example .....	52



---

**Maciej ZAWISTOWSKI, Andrzej FELLNER**

Large-scale forest fires in terms of unmanned flying systems. Current methods and solution overview .....	53
Požary wielkoobszarowe lasów w aspekcie bezzałogowych systemów latających. Aktualne metody i przegląd rozwiązań .....	54

**Daria ŻUCHOWSKA, Anna STELMACH**

Concept of Separation method between aircraft in the transition period .....	55
Koncepcja metody zapewnienia separacji pomiędzy statkami powietrznymi przy zmianie organizacji ruchu .....	56

**Daria ŻUCHOWSKA, Anna STELMACH**

Modeling negotiation process between aircraft using Petri nets .....	57
Modelowanie procesu negocjacyjnego pomiędzy statkami powietrznymi z wykorzystaniem sieci Petriego .....	58



---

## **Standards and regulations for U-space as a baseline for timely and effective implementation of services developed in the SESAR2020 framework**

**Krzysztof BANASZEK<sup>1</sup>**

**Keywords:** U-space, standards, EUSCG, SESAR2020, PJ20 AMPLE

**Abstract:** Standards and regulations for U-space as a baseline for timely and effective implementation of services developed in the SESAR2020 framework. Summary Based on coordination and implementation mechanism for the standards and regulation delivery process of the ATM MP, SESAR the processes will be presented with the focus on U-space standards needed for implementation of services. The output of PJ20 AMPLE Transversal Activity (PJ20 ATM Master Plan Maintenance project) will be presented in the area of management of standard and regulations analysis and process of EC / EUSCG European UAS Standardisation Coordination Group (with the European UAS Standardisation Rolling Development Plan) coordination, monitoring, data distribution and development / publication process is described.

---

<sup>1</sup> Polish Air Navigation Agency (PANS), 02-147 Warsaw, Wieżowa Str. 8, k.banaszek@pansa.pl

---

## **Standardy i regulacje U-space jako podstawa skutecznego i terminowego wdrożenia usług opracowanych w ramach projektów SESAR2020**

**Słowa kluczowe:** U-space, standardy, EUSCG, SESAR2020, PJ20 AMPLE

**Streszczenie:** Standardy i regulacje U-space jako podstawa skutecznego i terminowego wdrożenia usług opracowanych w ramach projektów SESAR2020. Streszczenie na bazie mechanizmu koordynacji i tworzenia standardów i regulacji zawartych w Europejskim Centralnym Planie Wdrażania ATM (ATM MP) oraz SESAR zaprezentowana zostanie analiza procesu tworzenia i publikacji standardów niezbędnych dla wdrożenia usług U-space. Przedstawione zostaną aktualne prace i wyniki projektu horyzontalnego PJ20 AMPLE w odniesieniu do mechanizmu zarządzania zakresem zmian niezbędnych do zrealizowania standardów i regulacji dla U-space, sposób monitorowania i dystrybucji informacji, a także styk procesów realizowanych w ramach SESAR z działaniami Komisji Europejskiej oraz organizacjami tworzącymi standardy ATM w Europie (EUSCG) i planami takimi jak European UAS Standardisation Rolling Development Plan.



---

## Concept and assumptions of Central Passenger Allocation System

**Rioletta BUKAROVA, Michał CZERNICKI, Monika KARPIŃSKA,  
Kacper PAWLAK<sup>1</sup>**

**Keywords:** air traffic engineering, artificial Intelligence, biometrics, passenger service, airport

**Abstract:** The paper presents concept of The Central Passenger Allocation System (CPAS) which is a part of an Academic Model of “Solidarity” Transport Hub created by the Students’ Scientific Association of Air Transport (SKNTL). The main task of the proposed system is to manage the process of passenger service in the international transfer hub. Implementation of the system should also make the process more effective. The first part of this paper introduces the assumptions for virtual tags used in the process of passenger service at the airport terminal. The virtual tag is a fundamental element of the system structure. It contains information about the passengers, which is used to verify their access to a certain zones of the terminal and to determine the current stage of their travel process. The project introduces the idea of virtual zones which allow to partially eliminate physical separations usually used for passengers who are subject to different procedures during their journey. The process of passenger service is described for all identified types of passengers (departing, arriving and transferring) expected to travel through the Academic Model of “Solidarity” Transport Hub’s Terminal designed by the Students’ Scientific Association of Air Transport (SKNTL). The possible way of implementation of the system into a terminal is shown based on the hub studied. The paper presents the general analysis of the system’s influence on the passengers’ safety level. Subsequently, possible risk mitigation methods related to the implementation of the system were attempted to suggest. Finally, the direction of the further development of the CPAS concept and the possibilities for adapting it to the needs of airports other than “Solidarity” Transport Hub are discussed.

---

<sup>1</sup> Student’s Scientific Association of Air Transport (SKNTL), kac.paw99@wp.pl

---

## Koncepcja i założenia Centralnego Systemu Alokacji Pasażerów

**Słowa kluczowe:** inżynieria ruchu lotniczego, sztuczna inteligencja, biometria, obsługa pasażerska, port lotniczy

W swoich założeniach proponowany system ma spełniać funkcje nadzoru nad procesem obsługi pasażerów będących klientem międzynarodowego przesiadkowego portu lotniczego. Ponadto, wdrożenie systemu ma na celu usprawnienie tego procesu. W pierwszej części niniejszego opracowania przedstawiono zbiór założeń dla realizacji obsługi pasażerów z wykorzystaniem wirtualnych tagów, co stanowi podstawę omawianego rozwiązania. Zaproponowane tagi służą przechowywaniu informacji o podróżnych, celem weryfikacji ich dostępu do poszczególnych stref terminala oraz realizowania kolejnych etapów obsługi pasażerskiej. W projekcie zastosowano koncepcję wirtualnych stref, umożliwiających częściową rezygnację z fizycznej separacji pasażerów posiadających różne uprawnienia. W dalszej części opracowania przedstawiono przebiegi procesów obsługi dla pasażerów podróżujących przez węzeł komunikacyjny (wzorowany na Centralnym Porcie Komunikacyjnym), z uwzględnieniem wszystkich zidentyfikowanych wariantów podróży (pasażerowie odlatujący, przylatujący oraz transferowi). Zaproponowano również sposób wdrożenia koncepcji przedmiotowego systemu w terminalu lotniczym, opracowany w oparciu o modelowy Akademicki Projekt Terminala Centralnego Portu Komunikacyjnego (autorstwa Studenckiego Koła Naukowego Transportu Lotniczego). W opracowaniu dokonano uogólnionej analizy wpływu na bezpieczeństwo pasażerów, dla wdrożenia omawianego systemu oraz wstępnie zaproponowano na tej podstawie działania minimalizowania ryzyka. Na koniec przedstawiono proponowane kierunki dalszego rozwoju niniejszej koncepcji oraz możliwości dostosowania jej założeń na potrzeby zastosowania dla portów lotniczych innych niż Centralny Port Komunikacyjny.

---

## **Introduction of Global Report Format: summary after the first winter season**

**Arkadiusz BYLICA<sup>1</sup>, Anton PASHKEVICH<sup>1</sup>**

**Keywords:** Global Report Format, Runway, Weather Conditions

**Abstract:** Over the years, Global Report Format (GRF) is the first major change in the approach to evaluate runway conditions. Unfortunately, as it very often happens in the field of air transport, the greatest impulse for these changes were incidents and accidents related to unfavorable weather conditions or runway excursions, in which not only equipment, but also human health and lives suffered. This was also so in this time, when after the accident of SWA1248 at the airport Chicago Midway (MDW/KMDW), the Federal Aviation Administration (FAA) established the Takeoff and Landing Performance Assessment Aviation Rulemaking Committee (TALPA ARC). The key task of TALPA ARC was to develop standards and recommendations to increase the safety of air operations on wet or contaminated runways. In 2008, work in this area was also started by the International Civil Aviation Organization (ICAO) within the scope of Friction Task Force. Extensive research activities and consultations took place in many countries, but the key ones seem to be those carried out by countries, which are particularly exposed to frequent occurrence of unfavorable weather conditions during winter. This article presents the range of changes along with an indication of the reasons why these adjustments were introduced. It contains an analysis of selected air incidents related to a runway excursion with a reference to GRF as well as an analysis of atmospheric conditions at Polish airports in the winter season 2021/2022. This research work includes also a discussion based on professional opinions regarding the active work with GRF with the aim to indicate the further potential development directions.

---

<sup>1</sup>Politechnika Krakowska, Krakow, Poland; anton.pashkevich@pk.edu.pl

---

## **Adaptation of European low-cost airlines to a new reality caused by the COVID-19 pandemic: case study**

**Iwona CHAJDAŚ<sup>1</sup>, Anton PASHKEVICH<sup>1</sup>, Mariusz SOBON<sup>1</sup>**

**Keywords:** COVID-19 pandemic, low-cost airline, air operation

**Abstract:** COVID-19 pandemic influenced drastically on all aspects of human everyday life including the transport sector. The air transport was one of the first branches, which felt this impact. For instance, Krakow Airport, which during the year 2019 served an average 0.7 million passengers per month, had only 168 passengers in April and May 2020. Airlines, as the whole sector, met a large amount of issues to fix and to solve immediately. This article presents who two selected low-cost carriers adapted to the new reality. The analysis was based firstly on the data concerning fleet management of both companies and changes in their networks. Additionally, it will be presented a discussion about further challenges and limitations of this topic taking into account dynamically changed situation.

---

<sup>1</sup> Politechnika Krakowska, Krakow, Poland [anton.pashkevich@pk.edu.pl](mailto:anton.pashkevich@pk.edu.pl)

---

## Runway length calculation

**Bartosz DALBA<sup>1</sup>**

**Keywords:** runway, aircrafts performance

### Research problem

Runways are the main component of the airside and are part of infrastructure dedicated to aircraft take-off and landing operations. Due to the function performed, the proper conduct of their planning process is crucial for the safe performance of air operations at the airport. Article is devoted to introducing the issue of runway planning with step by step length calculation being it's main part.

### Methods

Article shows general assumptions used in planning runways in terms of their configuration, direction and width. Calculation of runway length is main part of article which is described in detail using methodology presented by air market entities based on interpolation of data.

### Results

Result obtained on the basis of the shown methodology and calculations include calculated length of runway for assumed data regarding both airport and design aircraft.

### Conclusions

Runway planning, as a whole, is a complicated process, which requires multiple calculations based on different data. It involves establishing runways configuration, which will be main driver behind airports' capacity in the airside, defining runway direction, which is important from the point of view of actual usability of given runway, establishing runway width and calculating its length.

### Bibliography

1. Boeing Commercial Airplanes (2021), 787 Airplane Characteristics for Airport Planning (D6-58333), Boeing Company.
2. Horonjeff, R., McKelvey, F.X., Sproule, W.J., Young, S.B., (2010), Planning and Design of Airports, 5th Edition, The McGraw-Hill Companies.
3. International Civil Aviation Organization (2016), Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation, Aerodromes, Part I, 7th Edition.
4. International Civil Aviation Organization (2020), Aerodromes Design Manual - Runways (Doc 9157 Part I), 4th Edition.
5. Kozłowski, M. (2015), Porty lotnicze - infrastruktura, eksploatacja i zarządzanie, preskrypt WTPW, OWPW.

---

<sup>1</sup>Warsaw University of Technology, Faculty of Transport, 00-662 Warsaw, Koszykowa 75 street, bartosz.dalba@gmail.com, ORCID 0000-0003-4897-961X



---

## Obliczanie długości drogi startowej

**Słowa kluczowe:** droga startowa, osiągi samolotów

### Problem badawczy

Drogi startowe są głównym elementem części lotniczej lotniska i są częścią infrastruktury przeznaczoną do wykonywania operacji startów i lądowań przez statki powietrzne. Z uwagi na spełnianą funkcję prawidłowe przeprowadzenie procesu ich planowania jest kluczowe dla bezpiecznego wykonywania operacji lotniczych na lotnisku. Artykuł poświęcony jest wprowadzeniu w problematykę planowania dróg startowych, a jego główną częścią jest przedstawienie metodyki wyznaczania długości drogi startowej krok po kroku.

### Metody

Artykuł przedstawia ogólne założenia stosowane przy planowaniu dróg startowych w zakresie ich konfiguracji, kierunku i szerokości. Obliczanie długości drogi startowej jest główną częścią artykułu, która jest szczegółowo opisana z wykorzystaniem metodyki prezentowanej przez podmioty rynku lotniczego opartej na interpolacji danych.

### Wyniki

Wynikiem uzyskanym na podstawie przedstawionej metodyki i obliczeń jest długość drogi startowej dla założonych danych dotyczących zarówno lotniska, jak i projektowego statku powietrznego.

### Wnioski

Planowanie dróg startowych to skomplikowany proces, który wymaga wielu obliczeń na podstawie różnych danych. Polega na ustaleniu konfiguracji dróg startowych, która będzie głównym czynnikiem wpływającym na przepustowość lotniska w strefie operacyjnej lotniska, określeniu kierunku drogi startowej, co jest istotne z punktu widzenia rzeczywistej użyteczności danej drogi startowej, ustaleniu szerokości drogi startowej i obliczeniu jej długości.

### Bibliografia

1. Boeing Commercial Airplanes (2021), 787 Airplane Characteristics for Airport Planning (D6-58333), Boeing Company.
2. Horonjeff, R., McKelvey, F.X., Sproule, W.J., Young, S.B., (2010), Planning and Design of Airports, 5th Edition, The McGraw-Hill Companies.
3. International Civil Aviation Organization (2016), Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation, Aerodromes, Part I, 7th Edition.
4. International Civil Aviation Organization (2020), Aerodromes Design Manual - Runways (Doc 9157 Part I), 4th Edition.
5. Kozłowski, M. (2015), Porty lotnicze - infrastruktura, eksploatacja i zarządzanie, preskrypt WTPW, OWPW.

---

## The air cargo market overview

**Bartosz DALBA<sup>1</sup>**

**Keywords:** air cargo, analysis, forecast

### Research problem

Measured by value of goods about one third of all international trade is moved by air. It stands for big chunk of transport market and global GDP, playing crucial role in moving products of high value in relation to their weight, but also is the backbone of overnight shipping and as such enables e-commerce growth. All those mentioned place air cargo as very dependent on overall economy deviations. Article is devoted to the analysis of the air cargo market.

### Methods

Article shows general overview of world's economy with pointing main variables which have impact on demand for air cargo, as well as presenting forecasts on some of those. Latest trends regarding air cargo market are also overviewed, including analyses of historic data and forecasts on air cargo. Proper description of those allowed for creation of forecast of cargo for oncoming years using simple, multivariate forecasting method based on creating historical data driven model.

### Results

Result obtained on the basis of the air cargo market analysis was the creation of forecast showing most likely growth in air cargo shown as Cargo Tonne-Kilometre each year until 2040, with additionally calculated compound annual growth rate.

### Conclusions

Analysis of current state of air cargo market, including actual volume of carried goods (expressed in Cargo Tonne-Kilometre) and general world's economy overview, allowed to create historic data based and future data driven forecasting model, which was able to calculate most likely volume of carried goods until year 2040.

### Bibliography

1. Airbus (2021), Global Market Forecast 2021-2040.
1. Boeing (2021), Commercial Market Outlook 2021-2040.
2. Eaton, J. (1994), The Crazy Economics of Air Freight, Intereconomics, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, Vol. 29, Iss. 1, pp. 33-37.
3. International Monetary Fund (2022), World Economic Outlook.
4. World Bank (2022), Global Economic Prospects, January 2022.

---

<sup>1</sup>Warsaw University of Technology, Faculty of Transport, 00-662 Warsaw, Koszykowa 75 street, bartosz.dalba@gmail.com, ORCID 0000-0003-4897-961X

---

## Przegląd rynku lotniczego cargo

**Słowa kluczowe:** ładunek lotniczy, analiza, prognoza

### Problem badawczy

Mierząc wartością towarów, około jedna trzecia całego handlu międzynarodowego odbywa się drogą powietrzną. Stanowi to dużą część całego rynku transportowego, jak również globalnego PKB, odgrywając kluczową rolę w przenoszeniu produktów o dużej wartości w stosunku do ich wagi, ale jest także podstawą wysyłki nocnej i jako taka umożliwia rozwój e-commerce. Pasuje to rynek transport towarów drogą lotniczą jako zależny od ogólnych odchyleń ekonomicznych. Poniższy artykuł poświęcony jest analizie rynku lotniczego cargo.

### Metody

Artykuł przedstawia ogólny przegląd światowej gospodarki ze wskazaniem głównych zmiennych, które mają wpływ na popyt na towarowe przewozy lotnicze, a także przedstawieniem prognoz dotyczących niektórych z nich. Przedstawiono również najnowsze trendy na rynku cargo lotniczego, w tym analizy danych historycznych i prognozy dotyczące cargo lotniczego. Właściwe ich opisanie pozwoliło na stworzenie prognozy ładunków na najbliższe lata za pomocą prostej, wielowymiarowej metody prognozowania opartej na zbudowaniu modelu opartego na danych historycznych.

### Wyniki

Rezultatem uzyskanym na podstawie analizy rynku cargo lotniczego było stworzenie prognozy pokazującej najbardziej prawdopodobny wzrost ładunków lotniczych wyrażonych jako Cargo Tonne-Kilometre każdego roku do 2040 roku, z dodatkowo wyliczonym skumulowanym rocznym wskaźnikiem wzrostu.

### Wnioski

Analiza aktualnego stanu rynku przewozów lotniczych, w tym rzeczywisty wolumen przewożonych towarów (wyrażony w Cargo Tonne-Kilometre) oraz ogólny przegląd gospodarki światowej, pozwoliły stworzyć model prognozowania oparty na danych historycznych i przyszłych, który był w stanie obliczyć najbardziej prawdopodobny wolumen przewożonych towarów do roku 2040.

### Bibliografia

1. Airbus (2021), Global Market Forecast 2021-2040.
2. Boeing (2021), Commercial Market Outlook 2021-2040.
3. Eaton, J. (1994), The Crazy Economics of Air Freight, Intereconomics, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, Vol. 29, Iss. 1, pp. 33-37.
4. International Monetary Fund (2022), World Economic Outlook.
5. World Bank (2022), Global Economic Prospects, January 2022.

---

## **Method to calculate compensations for passengers in the air transport: possible changes and updates of Regulation (EC) No 261/2004**

**Jakub DYRCZ<sup>1</sup>, Wioletta BINKOWSKA<sup>2</sup>**

**Keywords:** Passenger Rights, Regulation (EC) No 261/2004, Compensation

**Abstract:** The compensations for passengers of airlines in the European Union is a subject, which is widely discussed in recent years. Especially, it raises a lot of controversy in the era of well-developed market of low-cost airlines. It turns out that the regulations introduced in 2004 were not updated in a long time and, consequently, lead sometimes to bizarre situations, in which a compensation for flight delay or cancellation is in excess of a ticket purchase price in several times. In this research work authors tried to show the topic of compensations in the air transport with help of simple mathematical formulas describing the problematics from both viewpoints: passengers and airlines. The algorithm constructed in such way is compared with the currently binding regulations as well as shows their advantages and disadvantages together with the discussion of possibilities to supplement them with the proposed calculation methods. The simulation based on the real data as well as its results shows clearly that the proposed solution may have a significant impact on the air transport compensation market and, in the same time, make the costs of carriers related to their payment real.

---

<sup>1</sup> Politechnika Krakowska, Krakow, Poland, jakub.dyrcz.pk@gmail.com,

<sup>2</sup> Uniwersytet Jagielloński, Krakow, Poland, wioletta.binkowska@doctoral.uj.edu.pl

---

# Detection of Micro Aerial Vehicle by path classification using Computer Vision

Jeet Dhokiya<sup>1</sup>

**Keywords:** Detection; Micro Aerial Vehicles; Classification, Computer Vision, Unmanned Aerial Ve

## Research problem

Unmanned Aerial Vehicles have improved in the past decade due to technological innovations and decreasing costs. Drones have played a larger role in civilian as well as military industry but are also misused for terror as well as criminal activities.

## Methods

We propose a three-step method to detect the flying object: using the background subtraction method in each video frame; track the path of the object so detected: using feature-based tracking optical flow; and classify the path of the tracked object: using a simple neural network that classifies path based on altitude, path coordinates, and speed.

## Results

We are successfully able to detect and classify micro aerial vehicles, birds, and aircrafts using computer vision and achieve an average of 88.01% success rate. Following results were obtained in a test dataset, a still-held video of 36 seconds (1080 frames) video of an airport scenery. A decreasing exponential relation between the threshold of canny-edges and relative detectability is also obtained in the research.

## Conclusions

Using a three-step method to detect, track and classify aerial objects, only by recording its visible flight path, we achieved 88.01% success of correctly classifying an aerial object only based on its path, and thus we have achieved our objective. This method has the finer potential to be deployed at airport environments, and crowded public places and be used for finding and classifying aerial flying objects to deter any sort of threat to the aircraft operations or larger public safety.

## Bibliography

1. Xu, Qiang & Li, Yuexing & Huang, Yikun & Wang, Ethan. (2018). A V-Band Patch Array for Drone Radar. 1299-1300. 10.1109/APUSNCURSINRSM.2018.8608383.
2. Guvenc, Ismail, et al. "Detection, tracking, and interdiction for amateur drones." IEEE Communications Magazine 56.4 (2018): 75-81.
3. 7. D. K. Behera and A. Bazil Raj, "Drone Detection and Classification using Deep Learning," 2020 4th ICICCS, 2020, pp. 1012-1016, doi: 10.1109/ICICCS48265.2020.9121150.
4. D. Lee, W. Gyu La and H. Kim, "Drone Detection and Identification System using Artificial Intelligence," 2018 ICTC, 2018, pp. 1131-1133, doi: 10.1109/ICTC.2018.8539442.
5. M. Saqib, S. Daud Khan, N. Sharma, and M. Blumenstein, "A study on detecting drones using deep convolutional neural networks," 2017 14th IEEE International Conference on AVSS, 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/AVSS.2017.8078541.

---

<sup>1</sup>Manipal University Jaipur, Jaipur-Ajmer Express Highway, Dehmi Kalan, Near GVK Toll Plaza, Jaipur, Rajasthan 303007, India. jeet.199301031@mu.jaipur.edu

---

## **Selected operational problems for dedicated Unmanned Aerial System**

**Andrzej FELLNER<sup>1</sup>, Wojciech GORECKI, Radosław FELLNER**

**Keywords:** EGNOS, RTK DGPS, unmanned systems

**Abstract:** The obtained results from scientific experiments and aviation tests carried out in the years 2015-2021 made it possible to specify and present in the paper selected problems related to the operational use of dedicated non-load systems. : possession of certified equipment, determination of half-operation based on RTK DGPS (KODGIS, NAWGIS, NAWGEO), development of appropriate European and national legal and technical conditions, development of appropriate ownership (volatile functions, dimensions, weight, fuel supply, number of engines, endurance, stability, potency (operational, operational, operational, efficiency of the unmanned system, controllable and ownership (operational functionality, serviceability, fitness maintenance, value, storage, technical and operational readiness a, economic durability, reliability, safety, ergonomics, service life, durability - service life, operational susceptibility, appropriateness, effectiveness ability, testability, resistance to the impact of environmental conditions/damage and wear and tear and corrosion, fatigue of consumable materials, provision of service, appropriate theoretical and practical preparation for action operational.

---

<sup>1</sup> Silesian Technical University, 40-019 Katowice, Poland, Andrzej.fellner@polsl.pl

---

## Wybrane problemy operacyjnego zastosowania dla dedykowanych bezzałogowych

**Słowa kluczowe:** EGNOS, RTK DGPS, bezzałogowe systemy

**Streszczenie:** Uzyskane wyniki z przeprowadzonych w latach 2015-2021 eksperymentów naukowych i testów lotniczych, umożliwiły sprecyzowanie i przedstawienie w referacie wybranych problemów związanych z operacyjnym zastosowaniem dedykowanych bezzałogowych systemów. Wskazały na konieczność: posiadania certyfikowanego sprzętu, określania położenia w oparciu o RTK DGPS (KODGIS, NAWGIS, NAWGEO), opracowania odpowiednich europejskich i krajowych uwarunkowań prawno - technicznych, opracowania odpowiednich własności (funkcje lotne, wymiary, masa, zapas paliwa, liczba silników, wytrzymałość, stateczność, potencjał (eksploatacyjny, użytkowy, eksploatacyjny, utrzymywanie zdolności bezzałogowego systemu, sterowalność, przywracalność) oraz właściwości (funkcjonalność użytkowa, obsługowa, utrzymanie zdolności, wartość, przechowywalność, gotowość techniczna i operacyjna, trwałość ekonomiczna, niezawodność, bezpieczeństwo, ergonomiczność, żywotność, trwałość - resurs, podatność eksploatacyjna, odpowiedniość, efektywność, testowalność, odporność na oddziaływanie warunków otoczenia/uszkodzenia i zużycie oraz korozje, zmęczenie materiałów eksploatacyjnych, zapewnienia serwisu, odpowiedniego przygotowania teoretycznego i praktycznego do działań operacyjnych.



---

## **EASA activities in the field of cybersecurity**

**Agnieszka FORTOŃSKA<sup>1</sup>**

**Keywords:** safety, EASA, civil aviation, cybersecurity

### **Research problem**

The purpose of the article will be to discuss issues related to cybersecurity issues. The article will deal with the legal aspects of flights and their safety. The main question you can ask is how technological development affects flight performance. Could the cyber world be a threat to civil aviation? Also, it is imperative to consider whether there are any cybersecurity regulations.

The purpose of the presented research is:

1. to define the activities of EASA in the field of cybersecurity
2. what are the regulations and is there any necessity to create other regulations
3. is the cyber world a real threat to aviation?

### **Methods**

The following research methods will be used in the article: dogmatic and legal, based on the examination of the content of regulations, theoretical and legal, used to examine the processes of creating regulations. In addition, the historical-legal and comparative-legal method was used.

### **Conclusions**

Actions in cyberspace are a real threat to civil aviation. There have been many hacker attacks on aviation systems in the history of civil aviation. It seems that the cyber world may also be attractive to terrorists who would like to attack. Currently, legal regulations relating to cybersecurity are being developed so that the flights performed are safe in every respect.

### **Bibliography**

1. <https://www.easa.europa.eu/downloads/116274/en>
2. <https://www.easa.europa.eu/domains/cyber-security/main-easa-activities>
3. <https://arxiv.org/pdf/2107.04910.pdf>
4. Kessler, Gary C. and Craiger, J. Philip, "Aviation Cybersecurity: An Overview" (2018). National Training Aircraft Symposium (NTAS). 37, <https://commons.erau.edu/ntas/2018/presentations/37>

---

<sup>1</sup>University of Silesia, Faculty of Law and Administration, 40-007 Katowice, ul. Bankowa 11b, [afortonska@gmail.com](mailto:afortonska@gmail.com)



---

## **Działalność EASA w zakresie cyberbezpieczeństwa**

**Słowa kluczowe:** bezpieczeństwo, EASA, lotnictwo cywilne, cyberbezpieczeństwo

### **Problem badawczy**

Celem artykułu będzie omówienie kwestii dotyczących cyberbezpieczeństwa. W artykule zostanie poruszona kwestia prawnych aspektów wykonywania lotów oraz ich bezpieczeństwa. Głównym pytaniem, które można zadać jest to jaki wpływ na wykonywanie lotów ma rozwój technologiczny. Czy świat cybernetyczny może być zagrożeniem dla lotnictwa cywilnego? Ponadto, należy rozważyć, czy istnieją jakieś regulacje dotyczące cyberbezpieczeństwa.

Celem artykułu jest:

1. określenie jaką działalność wykonuje EASA w zakresie cyberbezpieczeństwa
2. jakie są regulacje i czy istnieje konieczność tworzenia innych regulacji
3. czy cybernetyczny świat jest realnym zagrożeniem dla lotnictwa?

### **Metody**

W artykule zostaną wykorzystane następujące metody badawcze: dogmatyczno-prawna, polegająca na badaniu treści przepisów, teoretyczno-prawna, służąca badaniu procesów powstawania przepisów. Ponadto, zastosowano metodę historyczno – prawną oraz prawną - porównawczą.

### **Wnioski**

Działania w cyber przestrzeni są realnym zagrożeniem dla lotnictwa cywilnego. Wielokrotnie w historii lotnictwa cywilnego dochodziło już do ataków hakerskich na systemy lotnicze. Wydaje się, że świat cybernetyczny też może być atrakcyjny dla terrorystów, którzy chcieliby dokonać ataku. Obecnie powstają regulacje prawne odnoszące się do cyberbezpieczeństwa tak, aby wykonywane loty były bezpieczne pod każdym względem.

### **Bibliografia**

1. <https://www.easa.europa.eu/downloads/116274/en>
2. <https://www.easa.europa.eu/domains/cyber-security/main-easa-activities>
3. <https://arxiv.org/pdf/2107.04910.pdf>
4. Kessler, Gary C. and Craiger, J. Philip, "Aviation Cybersecurity: An Overview" (2018). National Training Aircraft Symposium (NTAS). 37, <https://commons.erau.edu/ntas/2018/presentations/37>

---

## Modeling of luggage flow at the airport

Patrycja GUZANEK<sup>1</sup>, Sylwia BŁAŻEJCZYK<sup>2</sup>, Anna BORUCKA<sup>3</sup>,  
Marek KALWASIŃSKI<sup>4</sup>

**Keywords:** air transport, passenger traffic, RFID

### Research problem

According to the data of the International Air Transport Association (IATA), the forecast of passenger air traffic for Poland will amount to 50 million passengers in 2024. The dynamic development of this type of transport results in its popularity. The increase in the number of passengers is the same as the increase in the number of luggage that must be properly marked and allocated to the correct aircraft. With a large amount of luggage, mistakes are inevitable, due to which the luggage gets lost or diverted in the wrong direction. This may result in dissatisfaction of passengers and, in some cases, in carriers having to pay compensation. Currently barcodes are used to mark checked luggage. The introduction of RFID technology instead of barcodes will shorten the time of ticket and luggage check-in, thus improving the process of people and luggage flow. For this purpose, the model presented in this paper was created.

### Methods

The paper uses the analysis of statistical data obtained from the official website of the International Air Transport Association (IATA) and the official website of the Civil Aviation Authority. Descriptive and graphical modeling was used.

### Results

The applied methods allowed for the mapping of the process in FlexSim software and simulation modeling was performed to evaluate the effects of RFID technology.

### Conclusions

The paper concludes with the prospects for the use of RFID technology in the described area and presents the economic dimension of the solution.

### Bibliography

1. Landaluce, H., Arjona, L., Perallos, A., Falcone, F., Angulo, I., & Muralter, F.: A review of IoT sensing applications and challenges using RFID and wireless sensor networks. *Sensors*, 20(9), 2495 (2020).
2. Su, J., Sheng, Z., Leung, V. C., Chen, Y.: Energy efficient tag identification algorithms for RFID: survey, motivation and new design. *IEEE Wireless Communications*, 26(3), 118-124 (2019).
3. Mezzanotte, P., Palazzi, V., Alimenti, F., Roselli, L.: Innovative RFID sensors for Internet of Things applications. *IEEE Journal of Microwaves*, 1(1), 55-65 (2021).

---

<sup>1</sup>Military University of Technology, Faculty of Safety, Logistics and Management, 00-908 Warsaw, gen. Sylwester Kaliski 2 street, patrycja.guzanek@student.wat.edu.pl, ORCID 0000-0001-6650-7187

<sup>2</sup>Military University of Technology, Faculty of Safety, Logistics and Management, 00-908 Warsaw, gen. Sylwester Kaliski 2 street, sylwia.blazejczyk@o2.pl, ORCID 0000-0003-4671-6824

<sup>3</sup>Military University of Technology, Faculty of Safety, Logistics and Management, 00-908 Warsaw, gen. Sylwester Kaliski 2 street, anna.borucka@wat.edu.pl, ORCID 0000-0002-7892-9640

<sup>4</sup>Military University of Technology, Faculty of Safety, Logistics and Management, 00-908 Warsaw, gen. Sylwester Kaliski 2 street, marek.kalwasinski@wat.edu.pl, ORCID 0000-0002-1933-5607

---

## Modelowanie przepływu bagaży na lotnisku

**Słowa kluczowe:** transport lotniczy, ruch pasażerski, RFID

### Problem badawczy

Według danych Międzynarodowego Zrzeszenia Przewoźników Powietrznych (IATA) prognoza pasażerskiego ruchu lotniczego dla Polski wyniesie 50 milionów pasażerów w roku 2024. Dynamiczny rozwój tej gałęzi transportu powoduje ciągłe zwiększanie jego popularności. Wzrost liczby pasażerów jest tożsamy ze zwiększeniem liczby bagaży, które trzeba odpowiednio oznaczyć i przydzielić do właściwego samolotu. W takiej sytuacji nieuniknione są błędy, przez które bagaż może zostać zagubiony lub skierowany do lotu w złym kierunku. Skutkować to może niezadowolaniem pasażerów oraz, w części przypadków, koniecznością wypłacenia odszkodowania przez przewoźników. Obecnie do oznaczania bagaży rejestrowanych stosuje się kody kreskowe. Wprowadzenie technologii RFID zamiast kodów kreskowych pozwoliłoby skrócić czas odprawy biletowo-bagażowej, tym samym usprawniając proces przepływu ludzi i bagaży. W tym celu stworzono model, przedstawiony w niniejszym artykule.

### Metody

W artykule wykorzystano analizę danych statystycznych uzyskanych z oficjalnej strony Międzynarodowego Zrzeszenia Przewoźników Powietrznych (IATA) oraz oficjalnej strony Urzędu Lotnictwa Cywilnego. Zastosowano modelowanie opisowe i graficzne.

### Wyniki

Zastosowane metody pozwoliły na odwzorowanie procesu przepływu bagaży na lotnisku w programie FlexSim oraz przeprowadzenie modelowania symulacyjnego, dzięki któremu oceniono efekty wykorzystania technologii RFID.

### Wnioski

Artykuł zakończono wnioskami końcowymi, dotyczącymi oceny prezentowanego rozwiązania a także szans i perspektyw zastosowania technologii RFID w opisywanym obszarze. Przedstawiono również ekonomiczny wymiar rozwiązania.

### Bibliografia

1. Landaluce, H., Arjona, L., Perallos, A., Falcone, F., Angulo, I., & Muralter, F.: A review of IoT sensing applications and challenges using RFID and wireless sensor networks. *Sensors*, 20(9), 2495 (2020).
2. Su, J., Sheng, Z., Leung, V. C., Chen, Y.: Energy efficient tag identification algorithms for RFID: survey, motivation and new design. *IEEE Wireless Communications*, 26(3), 118-124 (2019).
3. Mezzanotte, P., Palazzi, V., Alimenti, F., Roselli, L.: Innovative RFID sensors for Internet of Things applications. *IEEE Journal of Microwaves*, 1(1), 55-65 (2021).

---

## **Assessment of the impact of epidemic threats on airport processes**

**Monika KARPIŃSKA<sup>1</sup>**

**Keywords:** epidemic, crisis management, airport, business continuity

**Abstract:** Epidemics are one of the modern threats to civil aviation. In the first half of 2020, the outbreak of the SARS-CoV-2 virus (which causes COVID-19 disease), has thrown governments in many countries into a crisis of unprecedented proportions. The restrictions and limitations imposed on the movement of people, but also other effects of the outbreak led to a significant decrease in air traffic and a crisis at airports. This paper contains an assessment of the impact of an epidemic emergency situation on airport operations, made from the point of view of international airports located in Poland. First of all, epidemic procedures at airports are briefly discussed on the basis of the literature. Then, the author's diagram of the airport's operation processes was presented and the critical and key processes were identified among them. In the next part of the paper, the identification of threats to the operations of the airport resulting from the epidemic threat was identified, based in particular on publications issued by EASA and the author's own knowledge. With regard to these threats, through the BIA analysis, their impact on the previously indicated critical and key processes and on safety and security level at the airport was determined. Conclusions resulting from the analysis along with a proposal of directions for further activities in the scope of the discussed issues were summarized at the end of the paper.

---

<sup>1</sup> Warsaw University of Technology, 01110429@pw.edu.pl

---

## **Ocena wpływu zagrożeń epidemicznych na procesy działalności portu lotniczego**

**Słowa kluczowe:** epidemia, zarządzanie kryzysowe, port lotniczy, ciągłość działania

**Streszczenie:** Epidemie stanowią jedno ze współczesnych zagrożeń dla lotnictwa cywilnego. Wybuch w pierwszej połowie 2020 roku epidemii wirusa SARS-CoV-2, wywołującego chorobę COVID-19, postawił rządy wielu państw w sytuacji kryzysowej o nieznanej dotąd skali. Wprowadzane obostrzenia i ograniczenia w przemieszczaniu się osób oraz inne skutki stanu epidemii, przelożyły się na znaczny spadek liczby operacji lotniczych, a także wywołały sytuację kryzysową w portach lotniczych. Niniejsze opracowanie zawiera ocenę wpływu sytuacji zagrożenia epidemicznego na działalność portu lotniczego, wykonaną w kontekście międzynarodowych portów lotniczych, znajdujących się na terenie Rzeczypospolitej Polskiej. W pierwszej kolejności, w oparciu o literaturę przedmiotu, dokonano krótkiego omówienia procedur epidemicznych w portach lotniczych. Następnie przedstawiono autorskie zestawienie procesów działalności portu lotniczego oraz wskazano wśród nich procesy krytyczne oraz kluczowe. W dalszej części pracy dokonano identyfikacji zagrożeń dla działalności portu lotniczego, wynikających z wystąpienia stanu zagrożenia epidemicznego, w oparciu o publikacje wydane przez EASA oraz wiedzę własną. W odniesieniu do tych zagrożeń – poprzez analizę BIA – określono ich wpływ na wskazane wcześniej procesy krytyczne i kluczowe oraz bezpieczeństwo i ochronę w porcie lotniczym. Wnioski wynikające z przeprowadzonych analiz, wraz z propozycją kierunków dalszych działań w zakresie omawianej problematyki, zostały przedstawione w ramach podsumowania na końcu opracowania.

---

## **General Approach to Analyzing Information Security of Air Traffic Management Processes**

**Artur KINOWSKI<sup>1</sup>**

**Keywords:** Air Traffic Management ATM information security

**Abstract:** There is more and more information behind the air traffic controller decision chain. There are new modes of (Air Traffic Management) operation based on rapidly share of information among human and systems wherever or whenever the information is needed. This exchange of information formulates the information-centric operational processes. Reliable and timely information is the chance of developing the right decision. The security of information is important for air traffic safety. Information protection can increase the level of safety. The question is how to ensure the information secure? A framework will be given encompassing: a) identification each and every information (asset) in information flows in ATM processes, b) recognition of threats and vulnerabilities of information used in ATM processes, c) developing the research apparatus for analyzing ATM information security now, and for assessment of information ATM processes vulnerabilities later. Petri nets model will be employing for building research instrument. In it places will represent information whereas transitions will denote process activities.

---

<sup>1</sup> Polish Air Navigation Services Agency, Wieżowa 8 Street, 02-147 Warsaw, [akinow@outlook.com](mailto:akinow@outlook.com)

---

## The impact of external factors on demand and supply in air transport in 2020-2021

Anna KOBASZYŃSKA-TWARDOWSKA<sup>1</sup>, Monika WANTUŁA<sup>2</sup>,  
Artur KINOWSKI<sup>3</sup>

**Keywords:** transport restrictions, supply and demand, air transport system, epidemiological situation

### Research problem

The efficient functioning of the air transport system depends on many external factors, such as weather, economic crises, but also epidemiological threats. Air operations performed in the years 2020-2021 at FIR Warszawa were analyzed and compared to 2019. A significant decrease in take-offs and landings was shown. The stability of the transport offer is one of the pillars of high demand for transport services [1]. Therefore, the legal regulations introduced at that time were analyzed and their impact on the demand, but also on the supply in the aviation market, was assessed. The destructive impact of the activities undertaken in this period on aviation was indicated. Inductive inference was carried out using PANSA data, and then conclusions were drawn from them.

### Methods

Based on data from the Polish Air Navigation Services Agency, the statistics of domestic and international take-offs and landings were presented for regular and non-scheduled flights in Poland in 2019-2021. Statistical methods were used to achieve the goal. The analysis of legal acts, regulations and other documents introduced for the purposes of regulating air operations in the analyzed years as well as deductive and inductive reasoning allowed to indicate and question the legitimacy of the actions taken in this area.

### Results and conclusions

The presented conclusions confirm the thesis put forward by Willie Walsh, former president of the IAG (International Airlines Group), that uncoordinated transport restrictions, introduced separately by European countries, create uncertainty in potential passengers, and the aviation industry causes losses and deficiencies in bookings [2].

### Bibliography

1. Smolarski M., Suszczewicz M. (2021), Wpływ pandemii COVID-19 na funkcjonowanie regionalnego transportu kolejowego obszarów przygranicznych – na przykładzie województwa dolnośląskiego (PL) i kraju libereckiego (CZ). *Czasopismo Geograficzne*, 92(1): 121–140. Available: <https://doi.org/10.12657/czageo-92-06> (Accessed: 25.02.2022)
2. Derewienko E., Walsh W. (2020), Branża lotnicza nigdy nie wróci do czasów sprzed pandemii. *Rynek Lotniczy*. Available: <https://www.rynek-lotniczy.pl/wiadomosci/walsh-byly-prezes-iag-branza-lotnicza-nigdy-nie-wroci-do-czasow-sprzed-pandemii-9620.html> (Accessed: 25.02.2022)

---

<sup>1</sup>Poznan University of Technology, Faculty of Civil and Transport Engineering, 60–965 Poznań, Piotrowo 3 street, [anna.kobaszynska-twardowska@put.poznan.pl](mailto:anna.kobaszynska-twardowska@put.poznan.pl), ORCID 0000-0002-3087-8119

<sup>2</sup>Poznan University of Technology, Faculty of Civil and Transport Engineering, 60–965 Poznań, Piotrowo 3 street, [monika.wantula@put.poznan.pl](mailto:monika.wantula@put.poznan.pl), ORCID 0000-0001-8661-9311

<sup>3</sup>Poznan University of Technology, Faculty of Civil and Transport Engineering, 60–965 Poznań, Piotrowo 3 street, [artur.kinowski@put.poznan.pl](mailto:artur.kinowski@put.poznan.pl)



---

## **Wpływ czynników zewnętrznych na popyt i podaż w transporcie lotniczym w latach 2020-2021**

**Słowa kluczowe:** restrykcje w transporcie, popyt i podaż, system transportu lotniczego, sytuacja epidemiologiczna

### **Problem badawczy**

Sprawne funkcjonowanie systemu transportu lotniczego zależy od wielu czynników zewnętrznych jak pogoda, kryzysy gospodarcze, ale także zagrożenia epidemiologiczne. Przeanalizowano wykonane w latach 2020-2021 w FIR Warszawa operacje lotnicze porównując je do roku 2019. Wykazano znaczący spadek wykonanych w czasie startów i lądowań. Stabilność oferty przewozowej stanowi jeden z filarów wysokiego popytu na usługi transportowe [1]. Dlatego przeanalizowano wprowadzone w tym czasie regulacje prawne i oceniono ich wpływ na popyt, ale również na podaż na rynku lotniczym. Wskazano destrukcyjny wpływ podjętych w tym okresie działań na lotnictwo. Przeprowadzono wnioskowanie indukcyjne wykorzystując dane z PAŻP, a następnie wyciągnięto z nich wnioski.

### **Metody**

Na podstawie danych z Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej przedstawiono statystykę wykonanych startów i lądowań, krajowych i międzynarodowych dla lotów regularnych i nieregularnych w Polsce w latach 2019-2021. Do realizacji celu wykorzystano metody statystyczne. Analiza aktów prawnych, rozporządzeń i innych dokumentów wprowadzanych w celach regulacji operacji lotniczych w analizowanych latach oraz wnioskowanie dedukcyjne i indukcyjne pozwoliło wskazać oraz podważyć zasadność podjętych działań w tym obszarze.

### **Wyniki i wnioski**

Zaprezentowane wnioski potwierdzają, tezę postawioną przez Willie Walsh, byłego prezesa grupy IAG (International Airlines Group), że nieskoordynowane restrykcje transportowe, wprowadzane oddzielnie przez europejskie państwa ustalenia wzbudzają w potencjalnych pasażerach niepewność, a branży lotniczej przynoszą straty i braki rezerwacji [2].

### **Bibliografia**

1. Smolarski M., Suszczewicz M. (2021), Wpływ pandemii COVID-19 na funkcjonowanie regionalnego transportu kolejowego obszarów przygranicznych – na przykładzie województwa dolnośląskiego (PL) i kraju libreckiego (CZ). *Czasopismo Geograficzne*, 92(1): 121–140. Dostęp: <https://doi.org/10.12657/czageo-92-06> (Online, dostęp: 25.02.2022)
2. Derewienko E., Walsh W. (2020), Branża lotnicza nigdy nie wróci do czasów sprzed pandemii. *Rynek Lotniczy*. Dostęp: <https://www.rynek-lotniczy.pl/wiadomosci/walsh-byly-prezes-iag-branza-lotnicza-nigdy-nie-wroci-do-czasow-sprzed-pandemii-9620.html> (Online, dostęp: 25.02.2022)



---

## **Modeling road traffic to the airport in the context of its seasonality**

**Katarzyna KOSAKOWSKA<sup>1</sup>, Anna BORUCKA<sup>2</sup>, Leszek GIL<sup>3</sup>**

**Keywords:** road traffic, modeling, prognosis, seasonality

**Abstract:** Due to the outbreak of the pandemic, the tourism industry had limited possibilities of functioning and development, which affected, among others, airports. In 2020, the airport in Gdańsk handled 68% fewer passengers than in 2019. The limited traffic was a financial loss also for road transport - taxis and shared cars, which allowed transport to the airport, located almost 20 km from the city center. However, already in 2021, there was a noticeable increase in interest in tourism, and Gdańsk Airport served 25% more passengers than in the previous year. Currently, there are strong seasonal fluctuations in the demand for road transport to the airport, caused by e.g. pandemic, but also seasonality resulting from holiday periods. The research conducted in the article analyzes fluctuations in demand for transport services. Such knowledge allows adjusting the company's potential to the market needs so that they are financially protected as well as prepared for an increase or decrease in interest in transport.

---

<sup>1</sup> Wojskowa Akademia Techniczna, katarzyna.p.kosakowska@gmail.com

<sup>2</sup> Wojskowa Akademia Techniczna, anna.borucka@wat.edu.pl

<sup>3</sup> WSEI Lublin, leszek.gil@wsei.lublin.pl

---

## **Analiza wyznaczenia parametru dokładności dla dwuodbiornikowego rozwiązania EGNOS w nawigacji lotniczej**

**Kamil KRASUSKI<sup>1</sup>, Janusz ĆWIKLAK<sup>2</sup>, Magda MROZIK<sup>3</sup>**

**Abstract:** Artykuł przedstawia wyniki badań dotyczące wyznaczenia parametru dokładności pozycjonowania EGNOS dla układu dwóch pokładowych odbiorników GNSS. W szczególności w pracy pokazano zmodyfikowany algorytm wyznaczenia dokładności pozycjonowania EGNOS dla modelu mieszanego z wagami pomiarowymi. W algorytmie matematycznym uwzględniono wagi pomiarowe w funkcji kwadratu odwrotności oraz samej odwrotności współczynnika geometrycznego PDOP. W badaniach wykorzystano rzeczywiste dane pomiarowe EGNOS zarejestrowane przez dwa pokładowe odbiorniki GNSS umieszczone na samolocie Diamond DA 20-C. W obliczeniach określono dokładność pozycjonowania EGNOS dla każdego odbiornika satelitarnego oddzielnie oraz wypadkową wartość dla układu dwóch odbiorników GNSS. Na podstawie wykonanych badań stwierdzono, że model mieszany z wagami pomiarowymi w funkcji kwadratu odwrotności współczynnika geometrycznego PDOP jest najskuteczniejszy i zapewnia poprawę dokładności pozycjonowania EGNOS od 37% do 63% względem wyników błędów pozycji obliczonych oddzielnie dla każdego odbiornika GNSS.

---

<sup>1</sup> Polish Air Force University, Institute of Navigation, Dywizjonu 303 nr 35, 08-521 Dęblin, Poland

<sup>2</sup> Polish Air Force University, Institute of Navigation, Dywizjonu 303 nr 35, 08-521 Dęblin, Poland

<sup>3</sup> Silesian University of Technology, Faculty of Transport and Aviation Engineering, Akademicka 2A, 44-100 Gliwice, Poland

---

## **Concept of Radius to Fix leg in precision approach based on GLS and its influence on flight efficiency**

**Andrzej MAJKA<sup>1</sup>, Aleksandra PASICH<sup>2</sup>, Paweł OSTREGA<sup>3</sup>**

**Keywords:** Ground Based Augmentation System (GBAS), Instrument Approach, GBAS Landing System (GLS), Flight Efficiency, Key Performance Indicator (KPI), Air Traffic Flow Management (ATFM), Radius to Fix (RF)

### **Research problem**

The complexity of present international air traffic generates a growing demand for new operational procedures with emphasis on noise abatement, fuel efficiency, operational and maintenance costs. These aspects can be potentially enhanced by using the Ground Based Augmentation System (GBAS) which provides more flexibility than current precision approach and landing systems. The concept of the paper is to examine the possibility of performing GLS approaches in which the intermediate approach segment is not a typical straight line, but includes a Radius to Fix leg (RF).

### **Methods**

For the needs of research, international airports were selected for comparative analysis and simulation. The results were used for the determination of Key Performance Indicator (KPI) - the time of the procedure in every case. Based on that indicator, possible improvement in fuel efficiency and reduction in carbon dioxide emissions were determined as well as potential enhancements in airspace capacity and air traffic flow in the vicinity of the airport.

### **Results**

The results indicate, that precision approaches based on GLS apparently give the opportunity to improve flight efficiency by shortening the time of the procedure and consequently enhance the air traffic flow in the aerodrome congested airspace.

### **Conclusions**

The conducted research has shown that precision approaches based on GLS might be a fundamental aspect in future operational procedure design process and not only will they allow for the accommodation of more aircraft in the specific airspace, but also lead to implementation of precision approaches to the airports surrounded by mountainous terrain.

### **Bibliography**

1. The Boeing Company: San Francisco RNP to GLS Demonstration. Seattle, 18 November 2016;
2. International Civil Aviation Organization: Guide for Ground Based Augmentation System Implementation. May 2013.
3. Murphy T., The Boeing Company: Benefits of RNP and GLS for Noise and Capacity. November 20

---

<sup>1</sup>Rzeszów University of Technology, The Faculty of Mechanical Engineering and Aeronautics, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, andrzej.majka@prz.edu.pl, ORCID 0000-0002-5033-0054

<sup>2</sup>Rzeszów University of Technology, The Faculty of Mechanical Engineering and Aeronautics, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, aleksandra.pasich.1996@gmail.com, ORCID 0000-0003-2585-0995

<sup>3</sup>Rzeszów University of Technology, The Faculty of Mechanical Engineering and Aeronautics, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, pawel.ostrega123@gmail.com

---

## **Review of risk assessment tools and techniques from the perspective of aerodrome operator**

**Dominika MARZEC<sup>1</sup>, Radosław FELLNER<sup>2</sup>**

**Keywords:** risk assessment; aerodrome safety management system; aerodrome

### **Research problem**

Each of aviation organizations (i.e. airlines, aerodrome operators, General Aviation entities, etc.) has different specificity and deals with different factors within safety risk management. Authors of presented paper have seen a need to review one of the its' numerous aspect - the risk assessment (RA) from the perspective of aerodrome operator. The aim is to present the RA tools and techniques, that may be the most beneficial and useful for selected safety aspects of aerodrome functioning.

### **Methods**

The study reviewed the scientific literature covering RA techniques and tools and aerodrome safety management system. Inductive and deductive methods have been also used. Existing RA techniques and tools were collected and briefly reviewed, as well as their usefulness for the aerodrome operator was verified according to the proposed issues related to the safety of aerodrome operations.

### **Results**

Study have shown that there is more than 50 tools and techniques in RA process. Some are universal (applicable to most cases and to most steps of RA process), however some have very specific uses. The results of the study prove that rational choice of risk assessment tools and techniques is essential to maintain an effective aerodrome safety management system.

### **Conclusions**

It is worth continuing studies on aerodrome safety management system. Study have shown that a manual summarizing and reviewing RA tools and techniques could be useful for aerodrome operators.

### **Bibliography**

1. ICAO: Safety Management Manual - Doc 9859-AN/474. 4th edn. International Civil Aviation Organisation. (2018).
4. Commission Delegated Regulation (EU) 2020/2034 of 6 October 2020 supplementing Regulation (EU) No 376/2014 of the European Parliament and of the Council as regards the common European risk classification scheme. OJ L 416, 11.12.2020, p. 1–10.
5. IEC 31010:2019. Risk management - Risk assessment techniques. Geneva: International Organization for Standardization.
6. Marzec, D.: The management of change as part of the safety management system of selected civil aviation organisations. War Studies University Scientific Quarterly 2(115), 60-76 (2019).

---

<sup>1</sup> Warsaw University of Technology, Doctoral School no. 5, 00-637 Warsaw, al. Armii Ludowej 16 street, [maarzedominika@gmail.com](mailto:maarzedominika@gmail.com), ORCID 0000-0001-8744-7662.

<sup>2</sup> Main School of Fire Service, Institute of Internal Security, 01-629 Warsaw, J. Słowackiego 52/54 street, [rfellner@sgsp.edu.pl](mailto:rfellner@sgsp.edu.pl), ORCID 0000-0002-9095-4996.

---

## **Przegląd narzędzi i technik oceny ryzyka z perspektywy zarządzającego lotniskiem**

**Słowa kluczowe:** ocena ryzyka; system zarządzania bezpieczeństwem lotniska; lotnisko

### **Problem badawczy**

Każda z organizacji lotniczych (tj. linie lotnicze, operatorzy lotnisk, podmioty General Aviation itp.) ma inną specyfikę i mierzy się z innymi czynnikami podczas zarządzania ryzykiem. Autorzy prezentowanego artykułu dostrzegli potrzebę dokonania przeglądu jednego z jego licznych aspektów – oceny ryzyka (Risk Assessment - RA) z perspektywy zarządzającego lotniskiem. Celem jest przedstawienie narzędzi i technik RA, które mogą być najbardziej korzystne i przydatne dla wybranych aspektów funkcjonowania lotniska mających wpływ na bezpieczeństwo.

### **Metody**

W badaniu dokonano przeglądu literatury naukowej obejmującej techniki i narzędzia RA oraz system zarządzania bezpieczeństwem lotnisk. Wykorzystano również metody indukcyjne i dedukcyjne. Istniejące techniki i narzędzia RA zostały zebrane i zwięźle przeanalizowane, a ich przydatność dla zarządzającego lotniskiem została zweryfikowana w odniesieniu do wybranych zagadnień związanych z bezpieczeństwem operacji lotniskowych.

### **Wyniki**

Badania wykazały, że istnieje ponad 50 narzędzi i technik w procesie RA. Niektóre z nich są uniwersalne (mogą być wykorzystane dla większości przypadków i w większości etapów procesu oceny ryzyka), jednak niektóre mają bardzo specyficzne zastosowania. Wyniki badania dowodzą, że racjonalny wybór narzędzi i technik oceny ryzyka jest niezbędny do utrzymania efektywnego systemu zarządzania bezpieczeństwem lotniska.

### **Wnioski**

Warto kontynuować prace w obszarze systemu zarządzania bezpieczeństwem lotnisk. Badania wykazały, że podręcznik narzędzi i technik RA może być przydatny dla zarządzających lotniskami.

### **Bibliografia**

1. ICAO: Podręcznik Zarządzania Bezpieczeństwem - Doc 9859-AN/474. Wyd. 4. Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego. (2018).
2. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2020/2034 z dnia 6 października 2020 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 376/2014 w odniesieniu do wspólnego europejskiego systemu klasyfikacji ryzyka.
3. IEC 31010:2019. Risk management - Risk assessment techniques. Geneva: International Organization for Standardization.
4. Marzec, D.: The management of change as part of the safety management system of selected civil aviation organisations. War Studies University Scientific Quarterly 2(115), 60-76 (2019).

---

## **A comparative analysis of aviation experts and novices in research using the eye tracking technique**

**Barbara MIKA<sup>1</sup>, Marta GALANT-GOŁĘBIEWSKA<sup>2</sup>, Marta MACIEJEWSKA<sup>3</sup>**

**Keywords:** areas of interest, aviation experience, eye tracking, gaze behavior, heatmaps

### **Research problem**

Currently, the measurement of visual behavior is used in research on workload, fatigue, stress, and situational awareness of pilots and air traffic controllers [2]. Moreover, the studies showed differences in the method of scanning the cockpit space between pilots with different aviation experience [1]. As part of the research problem, the following question was formulated: Are there any significant differences in scanning the cockpit environment between pilots with different levels of flight experience?

### **Methods**

The study used the CKAS MotionSim5 FNPT II flight simulator and the Pupil Invisible mobile eye tracker. The research was carried out on a sample of 15 participants, divided in terms of flight experience into three groups: novices, intermediate and experts. The participants performed four aviation tasks.

### **Results**

The results obtained in the study allowed for the generation of heatmaps and areas of interest in iMotions. Statistically significant differences were obtained in the number of fixations, dwell time and the number of revisits in the area of the primary flight display (PFD) between the expert and intermediate pilots. Experts fixated more, longer, and looked back at the PFD display area.

### **Conclusions**

The study showed that with the increase in pilot experience, fixations are characterized by a greater focus on the highlighted areas of interest. Aviation experience develops the ability to direct pilots' eyes to specific points, without being overly fixated. Undeniably, research using eye tracking is the source of a lot of valuable information on how to scan cockpit space.

### **Bibliography**

1. Lorenz B., Biella M., Teegen U., Stelling D., Wenzel J., Jakobi J., Korn B.: *Performance, situation awareness, and visual scanning of pilots receiving onboard taxi navigation support during simulated airport surface operation*. Human Factors and Aerospace Safety, 6, 135-154, 2006.
2. Peißl S., Wickens C., Baruah, R.: *Eye-Tracking Measures in Aviation: A Selective Literature Review*. The International Journal of Aerospace Psychology, 2018.

---

<sup>1</sup>Poznan University of Technology, Faculty of Civil and Transport Engineering, 60-965 Poznan, Skłodowskiej-Curie 5 street, [barbara.mika@put.poznan.pl](mailto:barbara.mika@put.poznan.pl), ORCID 0000-0003-0054-8837

<sup>1</sup>Poznan University of Technology, Faculty of Civil and Transport Engineering, 60-965 Poznan, Skłodowskiej-Curie 5 street, [marta.galant@put.poznan.pl](mailto:marta.galant@put.poznan.pl), ORCID 0000-0003-0351-2987

<sup>2</sup>Poznan University of Technology, Faculty of Civil and Transport Engineering, 60-965 Poznan, Skłodowskiej-Curie 5 street, [marta.maciejewska@put.poznan.pl](mailto:marta.maciejewska@put.poznan.pl), ORCID 0000-0003-1547-2257



---

## **Analiza porównawcza ekspertów i nowicjuszy lotniczych w badaniach z zastosowaniem techniki eye trackingu**

**Słowa kluczowe:** doświadczenie lotnicze, eye tracking, mapy cieplne, obszary zainteresowania

### **Problem badawczy**

Aktualnie pomiar zachowania wzrokowego wykorzystywany jest w badaniach nad obciążeniem zadaniowym, zmęczeniem, stresem czy świadomością sytuacyjną pilotów oraz kontrolerów ruchu lotniczego [2]. Ponadto, badania wykazały różnice w sposobie skanowania przestrzeni kokpitu pomiędzy pilotami o zróżnicowanym doświadczeniu lotniczym [1]. W ramach problemu badawczego sformułowano następujące pytanie: czy pomiędzy pilotami o zróżnicowanym poziomie doświadczenia lotniczego, występują istotne różnice w zakresie skanowania przestrzeni kokpitu?

### **Metody**

W badaniu wykorzystano symulator lotu CKAS MotionSim5 typu FNPT II oraz mobilny eye tracker Pupil Invisible. Badania zostało przeprowadzone na próbie 15 uczestników, podzielonych względem doświadczenia lotniczego na trzy grupy: nowicjuszy, średniozaawansowanych oraz ekspertów. Uczestnicy wykonywali cztery zadania lotnicze.

### **Wyniki**

Uzyskane w badaniu wyniki pozwoliły na wygenerowanie map cieplnych oraz obszarów zainteresowania w programie iMotions. Uzyskano istotne statystycznie różnice w liczbie fiksacji, czasie trwania fiksacji oraz liczbie rewizyt w obszarze głównego wyświetlacza lotu PFD pomiędzy grupą ekspertów i średniozaawansowanych. Eksperti częściej i dłużej fiksowali, jak również powracali wzrokiem na obszar wyświetlacza PFD.

### **Wnioski**

W badaniu wykazano, że wraz ze wzrostem doświadczenia pilotów, fiksacje cechują się większym skupieniem na wyróżnionych obszarach zainteresowania. Doświadczenie lotnicze wykształca w pilotach umiejętność kierowania wzroku na określone punkty, bez nadmiernego fiksowania. Niezaprzeczalnie, badania z wykorzystaniem eye trackingu są źródłem wielu cennych informacji o sposobie skanowania przestrzeni.

### **Bibliografia**

1. Lorenz B., Biella M., Teegen U., Stelling D., Wenzel J., Jakobi J., Korn B.: *Performance, situation awareness, and visual scanning of pilots receiving onboard taxi navigation support during simulated airport surface operation*. Human Factors and Aerospace Safety, 6, 135-154, 2006.
2. Peißl S., Wickens C., Baruah, R.: *Eye-Tracking Measures in Aviation: A Selective Literature Review*. The International Journal of Aerospace Psychology, 2018.

---

## **Determinants of implementing new technologies in the cargo security control process**

**Piotr UCHROŃSKI<sup>1</sup>, Jacek SKORUPSKI**

**Keywords:** security, throughput, cargo, air cargo

**Abstract:** Carriage of cargo by air is characterized by a rather complicated process related to the acceptance of goods for transport and their proper preparation for transport on board the aircraft. According to the current legal regulations (EC 2015/1998), these tasks are performed by a registered agent, who is also responsible for the implementation of cargo screening. The selection of screening equipment is strictly defined in the regulations. The screening methods in turn should be adapted to the nature of the cargo to be screened, which is screened using one or more of the following methods: - manual inspection; - X-ray equipment - EDS equipment; - explosive detection dogs (EODs) - ETD equipment; - visual inspection - metal detection equipment (MDE). This means that, depending on the type of cargo and its complexity, one of the available screening methods may be used to ensure that the contents of the cargo being screened do not raise any concerns with regard to the safety of the air operation being conducted. In practice, however, you will most often find only two of the above-mentioned devices in a cargo warehouse. These are the X-ray machine and the device for examining trace amounts of explosives. This equipment must meet strict technical requirements described in classified documents and have an appropriate certificate confirming its suitability for the tasks related to cargo and mail security control. Of course, there are many suppliers of these devices on the market, offering products that differ both in technology, operation and technical parameters. This, in turn, has measurable consequences for the company responsible for cargo handling the operational capabilities of the cargo terminal. Depending on the selection of equipment and the adopted technology of work, the way of organizing work that determines the operational readiness of the cargo warehouse also changes.

---

<sup>1</sup> Uchronski.p@gmail.com



---

## **Determinanty wdrażania nowych technologii w procesie kontroli bezpieczeństwa ładunków**

**Słowa kluczowe:** bezpieczeństwo, przepustowość, cargo, ładunek

**Streszczenie:** Przewóz ładunków drogą lotniczą charakteryzuje się dość skomplikowanym procesem związanym z akceptacją towaru do transportu oraz jego odpowiednim przygotowaniem do przewozu na pokładzie statku powietrznego. Zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawnymi (WE 2015/1998) zadania te wykonuje zarejestrowany agent, który odpowiedzialny jest również za realizację kontroli bezpieczeństwa ładunku. Dobór urządzeń do kontroli bezpieczeństwa jest ściśle określony w regulacjach prawnych. Metody kontroli z kolei powinny być dostosowane do charakteru kontrolowanego ładunku, który poddawany jest kontroli bezpieczeństwa z zastosowaniem co najmniej jednej z poniższych metod: • kontroli manualnej; • urządzeń rentgenowskich; • urządzeń EDS; • psów do wykrywania materiałów wybuchowych (PMMW); • urządzeń ETD; • kontroli wzrokowej; • urządzeń do wykrywania metali (MDE). Oznacza to, że w zależności od rodzaju ładunku, stopnia skomplikowania jego budowy, jego złożoności, można wykorzystać jedną z dostępnych metod kontroli aby upewnić się czy zawartość prześwietlanego towaru nie budzi zastrzeżeń po kątem bezpieczeństwa wykonywanej operacji lotniczej. W praktyce jednak najczęściej j można spotkać w magazynie cargo jedynie dwa spośród ww. wymienionych urządzeń. Są to przeglądarka RTG oraz urządzenie do badania śladowych ilości materiałów wybuchowych. Urządzenia te muszą spełniać rygorystyczne wymagania techniczne opisane w niejawnym dokumentach i posiadać odpowiedni certyfikat potwierdzający ich przydatność do realizacji zadań związanych z kontrolą bezpieczeństwa ładunków i poczty. Oczywiście na rynku istnieje wielu dostawców tych urządzeń oferujących produkty różniące się między sobą zarówno technologią pracy, sposobem obsługi jak parametrami technicznymi. Ma to z kolei wymierne konsekwencje dla przedsiębiorstwa odpowiedzialnego za obsługę ładunków możliwości operacyjne terminala cargo. W zależności od doboru urządzeń oraz przyjętej technologii pracy zmienia się też sposób organizacji pracy determinujący gotowość operacyjną magazynu cargo.

---

## **Analiza wpływu zastosowanej trajektorii lotu na zanieczyszczenie powietrza w obszarze okołołotniskowym**

**Kamila PRZESPOLEWSKA-GDOWIK<sup>1</sup>**

**Słowa kluczowe:** emisja zanieczyszczeń, jakość powietrza w rejonie lotniska, ruch lotniczy, symulacje komputerowe

**Streszczenie:** Obserwowany rozwój gałęzi transportu jaką jest lotnictwo, mimo wielu zalet, niesie ze sobą także niekorzystne skutki. Jednym z nich jest emisja szkodliwych składników spalin, które oddziałują negatywnie na zdrowie i życie ludzi. Na emisje okołołotniskowe narażone są w głównej mierze osoby zamieszkujące obszary przyległe do lotnisk. Porty lotnicze są przeważnie usytuowane w pobliżu dużych miast, a co za tym idzie, poprzez swoją działalność oddziałują na znaczną grupę ludzi. Przy użyciu programu Aviation Environmental Design Tool oszacowano emisje zanieczyszczeń podczas startów z lotniska im. Fryderyka Chopina w Warszawie. Analizie poddano emisje generowane podczas wznoszenia do wysokości około 3000 ft nad poziomem lotniska. Odwzorowane trajektorie lotów odpowiadały rzeczywistym zarejestrowanym trajektoriom. Stwierdzono m.in. zależność między czasem trwania lotu i przebytą odległością poziomą a zużyciem paliwa i generowaną emisją. Podjęto się również wskazania najkorzystniejszego pod względem ekologicznym toru lotu.

---

<sup>1</sup> Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, kamila.przespolewska-gdowik@put.poznan.pl

---

## **AI BASED POTHOLE DETECTION AND STEREOSCOPIC 3D RECONSTRUCTION**

**Eshta RANYAL<sup>1</sup>, Ayan SADHU, Kamal JAIN**

**Keywords:** Artificial Intelligence, pavement health monitoring, 3D reconstruction, convolution neural network, pothole detection

**Abstract:** Remote sensors together with computationally intensive Graphical Processing Units (GPUs) promise a low-cost maintenance solution, to prevent premature pavement wear and have led to economically viable and intelligent structural monitoring systems. Artificial intelligence-based pavement health monitoring systems provide an easy indirect access to hard terrains as well as facilitate in timely detection and preventive repair of deteriorating roads. Potholes that are a common sight in harsh and cold terrains are a severe threat to road safety and a major contributing factor towards road distress. To facilitate the roadway authorities in the timely detection and repair of potholes, we propose to develop a novel workflow for image-based pothole detection and 3D reconstruction of potholes using novel deep learning and computer vision techniques. This will result in mapping the detected potholes in order of their severity level on a given stretch in a short duration. Multi scale feature detection, a salient feature in convolution neural networks promise fast and accurate distress detection. Post detection, 3D reconstruction of potholes using stereoscopic vision will assist in calculating the pothole extent along with its volume which can then be used to evaluate the pothole severity as low, moderate and high.

---

<sup>1</sup> Indian Institute of Technology Roorkee, Civil Engineering, eshtaranyal@ce.iitr.ac.in

---

## **Assessment of the technical condition of the power supply of electronic airport security systems in the aspect of electromagnetic disturbances**

**Mirosław SIERGIEJCZYK<sup>1</sup>, Adam ROSIŃSKI<sup>2</sup>, Jacek PAŚ<sup>3</sup>, Jarosław ŁUKASIAK<sup>4</sup>**

**Keywords:** reliability, modelling, electronic security systems

### **Research problem**

Airports are classified as national critical infrastructure facilities mainly due to their strategic importance. Therefore, they require special protection of their functioning. These systems are not only influenced by factors related to the intensity of use, but are also exposed to the influence of external and internal, natural and artificial electromagnetic disturbances.

### **Methods**

For the selected electronic security system (ESS) of the airport, a graph of relations in the system in terms of reliability and operation will be developed. Subsequently, it will enable mathematical analyses to obtain a system of equations describing the system.

### **Results**

The obtained results of the reliability and operational analysis of the selected airport ESS, taking into account electromagnetic disturbances, made it possible to estimate the probabilities of the system being in the selected states. The introduction of the  $F$  factor describing the level of the impact of electromagnetic disturbances on ESS allows to estimate the effectiveness of various types of solutions counteracting the effects of such interactions.

### **Conclusions**

The presented reliability and operational analysis of the selected electronic security system used to protect the airport allowed to estimate its most important reliability and operational parameters. The obtained dependencies make it possible to compare various solutions of electronic security systems and to select rational solutions for airport security.

### **Bibliography**

1. Paś, J., Rosiński, A., Wiśnios, M., Majda-Zdanczewicz, E., Łukasiak, J.: Electronic security systems. Introduction to the laboratory. Military University of Technology, Warsaw (2018).
2. Siergiejczyk, M., Pędzińska, M., Rosiński, A.: Reliability analysis of a type B power supply used in an intrusion detection system (IDS). Journal of KONBiN 43, 321-342 (2017).

---

<sup>1</sup>Warsaw University of Technology, Faculty of Transport, 00-662 Warsaw, Koszykowa 75 street, miroslaw.siergiejczyk@pw.edu.pl, ORCID 0000-0003-1953-6262

<sup>2</sup>Warsaw University of Technology, Faculty of Transport, 00-662 Warsaw, Koszykowa 75 street, adam.rosinski@pw.edu.pl, ORCID 0000-0002-1776-9540

<sup>3</sup>Military University of Technology in Warsaw, Faculty of Electronics, 00-908 Warsaw, gen. Sylwestra Kaliskiego 2 street, jacek.pas@wat.edu.pl, ORCID 0000-0001-8900-1445

<sup>4</sup>Military University of Technology in Warsaw, Faculty of Electronics, 00-908 Warsaw, gen. Sylwestra Kaliskiego 2 street, jaroslaw.lukasiak@wat.edu.pl, ORCID 0000-0003-3335-2566

---

## **Problematyka oceny stanu technicznego zasilania elektronicznych systemów bezpieczeństwa portu lotniczego w aspekcie zakłóceń elektromagnetycznych**

**Słowa kluczowe:** niezawodność, modelowanie, elektroniczne systemy bezpieczeństwa

### **Problem badawczy**

Porty lotnicze, ze względu na swoje strategiczne znaczenie są zaliczane do infrastruktury krytycznej państwa. Wymagają zatem specyficznego zabezpieczenia ich funkcjonowania. Na systemy te oddziałują nie tylko czynniki związane z intensywnością użytkowania, ale również są narażone na wpływ zewnętrznych i wewnętrznych, naturalnych i sztucznych zakłóceń elektromagnetycznych.

### **Metody**

Dla wybrany elektronicznego systemu bezpieczeństwa (ESB) portu lotniczego zostanie opracowany graf relacji w systemie w ujęciu niezawodnościowo-eksploatacyjnym. Umożliwi to następnie przeprowadzenie analiz matematycznych, których celem jest uzyskanie układu równań opisujących system.

### **Wyniki**

Otrzymane wyniki przeprowadzonej analizy niezawodnościowo-eksploatacyjnej wybranego ESB portu lotniczego z uwzględnieniem zakłóceń elektromagnetycznych umożliwiły oszacowanie wartości prawdopodobieństw przebywania systemu w wyróżnionych stanach. Wprowadzenie współczynnika  $\Gamma$  oddziaływania zakłóceń elektromagnetycznych na ESB pozwala na oszacowanie skuteczności różnego rodzaju rozwiązań przeciwdziałających skutkom takich oddziaływań.

### **Wnioski**

Przedstawiona analiza niezawodnościowo-eksploatacyjna wybranego elektronicznego systemu bezpieczeństwa stosowanego do ochrony portu lotniczego pozwoliła na oszacowanie jego najistotniejszych parametrów niezawodnościowo-eksploatacyjnych. Otrzymane zależności umożliwiają porównanie różnych rozwiązań elektronicznych systemów bezpieczeństwa i dobór racjonalnych rozwiązań do ochrony portu lotniczego.

### **Bibliografia**

1. Paś, J., Rosiński, A., Wiśnios, M., Majda-Zdancewicz, E., Łukasiak, J.: Elektroniczne systemy bezpieczeństwa: Wprowadzenie do laboratorium. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa (2018).
2. Siergiejczyk, M., Pędzińska, M., Rosiński, A.: Reliability analysis of a type B power supply used in an intrusion detection system (IDS). Journal of KONBiN 43, 321-342 (2017)

---

## **Wildlife Hazard in urban air transportation**

**Michał SKAKUJ<sup>1</sup>, Przemysław CHYLARECKI<sup>2</sup>, Albert de HOON<sup>3</sup>**

**Keywords:** bird strike, aviation safety, urban areas

### **Research problem**

It is expected that transport by unmanned aerial vehicles (UAV) will increase in the next decades, especially in urban areas. One of challenges for UAVs safety are collisions with birds that fly in the urban areas. According to worldwide statistics, the majority of bird strikes occur in the lowest air layers. Urban UAVs will mostly be operated in those altitudes, resulting in a significant bird strike risk. Eventually, this may lead to catastrophic events over dense populated areas.

### **Methods**

At present, there is no dedicated tool to monitor and assess the bird strike risk in urban areas for UAV air operations. Therefore, we propose to tailor made the existing methods that are being used to monitor urban bird populations in various urban habitats. We propose to differentiate the bird strike risk based on various urban habitats and temporal variation in bird activities.

### **Conclusions**

A new approach to wildlife hazard management for UAV in urban areas based on bird monitoring will be needed. Information of urban bird numbers and their activities could be gathered based on existing monitoring methods. This requires an interdisciplinary and international cooperation including aviation and nature protection authorities.

### **Bibliography**

1. Metz I. C., Harmon L. 2022. Advanced Air Mobility and Wildlife Hazards: New Technology Meets a Persistent Challenge. World Birdstrike Association Virtual Conference, 8 March 2022.
2. Skakuj M. 2019. Zagrożenia środowiskowe w lotnictwie i zmiany klimatyczne. Prace naukowe PW-Transport. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport z. 123: 175-188.
3. EASA. 2009. Bird Population Trends and Their Impact on Aviation Safety 1999–2008; Safety Report; EASA: Cologne, Germany, 2009....
4. Wardecki Ł., Chodkiewicz T., Beuch S., Smyk B., Sikora A., Neubauer G., Meissner W., Marchowski D., Wylegała P., Chylarecki P. 2021. Monitoring Ptaków Polski w latach 2018–2021. Biuletyn Monitoringu Przyrody 22: 1–80.

---

<sup>1</sup>World Birdstrike Association, [michal@worldbirdstrike.com](mailto:michal@worldbirdstrike.com)

<sup>2</sup>Muzeum i Instytut Zoologii Polskiej Akademii Nauk, [Peh@miiz.waw.pl](mailto:Peh@miiz.waw.pl)

<sup>3</sup>World Birdstrike Association, [albert@worldbirdstrike.com](mailto:albert@worldbirdstrike.com)

---

## **Zagrożenia środowiskowe w miejskim transporcie lotniczym**

**Słowa kluczowe:** kolizje z ptakami, bezpieczeństwo lotnictwa, obszary zurbanizowane

### **Problem badawczy**

Przewiduje się, że transport lotniczy wykorzystujący bezzałogowe statki powietrzne (BSP) będzie wzrastał w najbliższych dziesięcioleciach, szczególnie na obszarach zurbanizowanych. Jednym z wyzwań dla bezpieczeństwa BSP są kolizje z ptakami występującymi na obszarach miejskich. Zgodnie ze światowymi danymi do większości kolizji statków powietrznych z ptakami dochodzi na niskich wysokościach. BSP w miejskim transporcie lotniczym będą operowały głównie właśnie na tych wysokościach, co związane będzie z wysokim ryzykiem kolizji z ptakami. Ostatecznie może to prowadzić do katastrofalnych incydentów na gęsto zaludnionych obszarach.

### **Metody**

Obecnie nie ma narzędzia dedykowanego do monitorowania i oceny zagrożenia związanych z kolizjami z ptakami dla BSL operujących nad miastami. Dlatego proponujemy przyjęcie istniejącej metodologii monitorowania ptaków na obszarach miejskich. Proponujemy różnicowanie poziomów zagrożenia dla operacji lotniczych w oparciu o zróżnicowanie siedliskowe oraz sezonowe/dobowe zmiany występowania i aktywności ptaków.

### **Wnioski**

Potrzebne będzie nowe podejście do zarządzania zagrożeniami środowiskowymi dla BSL operujących na obszarach miejskich, w oparciu o monitoring ptaków. Informacje o liczbie i aktywności ptaków mogłyby być gromadzone w oparciu o istniejące metody monitoringu ptaków w miastach. Wymaga to interdyscyplinarnej i międzynarodowej współpracy, w tym organów nadzoru lotniczego i ochrony przyrody.

### **Bibliografia**

1. Metz I. C., Harmon L. 2022. Advanced Air Mobility and Wildlife Hazards: New Technology Meets a Persistent Challenge. World Birdstrike Association Virtual Conference, 8 March 2022.
2. Skakuj M. 2019. Zagrożenia środowiskowe w lotnictwie i zmiany klimatyczne. Prace naukowe PW-Transport. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport z. 123: 175-188.
3. EASA. 2009. Bird Population Trends and Their Impact on Aviation Safety 1999–2008; Safety Report; EASA: Cologne, Germany, 2009....
4. Wardecki Ł., Chodkiewicz T., Beuch S., Smyk B., Sikora A., Neubauer G., Meissner W., Marchowski D., Wylegała P., Chylarecki P. 2021. Monitoring Ptaków Polski w latach 2018–2021. Biuletyn Monitoringu Przyrody 22: 1–80.



---

## **Analysis of solutions to reduce aviation fuel emissions caused by aircraft taxiing**

**Piotr SZALAS<sup>1</sup>, Daniil CZAHAN<sup>1</sup>, Tomasz WIŚNIEWSKI<sup>1</sup>,  
Patrycja STZHALKOUSKAYA<sup>1</sup>, Julia WIELICZKO<sup>2</sup>, Julia ŁOPATA<sup>3</sup>**

**Keywords:** aviation, airside, taxiing, fuel consumption

### **Research problem**

Air transport pollution is still a major environmental problem. In recent years, this topic has been increasingly discussed by European and global regulators, which now leads to a series of “green” innovations. The article below takes into account the fuel emissions caused by aircraft taxiing operations from the runway exit to the aircraft stands. In result, there is fuel consumption analysis, taking into account amount of fuel burned each day and related costs at seven selected airports.

### **Methods**

In order to get the broadest view of the problem, both domestic airports and large international Hubs were analyzed. Those airports are (according to IACO codes): EPKK, EPGD, EGLL, CYYZ, KLAX, EDDM, LTFM. Using Microsoft Excel, a tool that automatically calculates fuel burn was developed. It is based on data from the flightradar24.com portal. Then, using Google Earth tool, the average distances of aircraft taxiing were measured. After collecting all necessary data, the possibilities of implementing new solutions leading to reduction in fuel emissions were analyzed.

### **Results**

Daily amount of fuel consumed at Los Angeles airport is over 130 000 kilograms, which is equal to costs of almost \$16 000. However, if the new tug system were implemented to allow the aircraft movement without use of engines, carriers using the airport could save a total of up to \$50 000 a day. Similar analysis were made for the remaining above-mentioned airports.

### **Conclusions**

The most crowded Hubs are primarily affected by the pollution problem associated with ground-based aircraft operations. In their case, the solutions should be non-invasive for infrastructure. Recommended actions include implementation of FAA software, enabling automatic and more effective management of aircraft taxiing operations. Another solution is to invest in Taxibot (tugs controlled fully by pilots), as already Amsterdam Schiphol airport did. When building new runways or whole new airports, the Aircraft Towing System may be the solution.

### **Bibliography**

1. Spyros Georgilidakis: Sustainable Taxiing – A look at the Schiphol Trial, 19.03.2022, [www.mentourpilot.com/sustainable-taxiing-a-look-at-the-schiphol-trial/](http://www.mentourpilot.com/sustainable-taxiing-a-look-at-the-schiphol-trial/)
2. ATS: ATS – Aircraft Towing System, 24.04.2018, [www.youtube.com/watch?v=AOu-vBZWqHw](http://www.youtube.com/watch?v=AOu-vBZWqHw)
3. Ming Zhang, Qianwen Huang, Sihan Liu, Huiying Li: Assessment Method of Fuel Consumption and Emissions of Aircraft during Taxiing on Airport Surface under Given Meteorological Conditions, 02.11.2019
4. Federal Aviation Administration: New Software Capability Gets Planes Rolling Directly to the Runway, Reducing Fuel Burn & Taxi Time, 28.09.2021

---

<sup>1</sup>Warsaw University of Technology, Faculty of Transport, 00-662 Warsaw, Koszykowa 75 street, [piotr.szalas.stud@pw.edu.pl](mailto:piotr.szalas.stud@pw.edu.pl), [daniil.czahan.stud@pw.edu.pl](mailto:daniil.czahan.stud@pw.edu.pl), [Tomasz.wisniewski6.stud@pw.edu.pl](mailto:Tomasz.wisniewski6.stud@pw.edu.pl), [patrycja.strzalkowska.stud@pw.edu.pl](mailto:patrycja.strzalkowska.stud@pw.edu.pl)

<sup>2</sup>Warsaw University of Technology, Faculty of Mechanical and Industrial Engineering, 00-665 Warsaw, Nowowiejska 24 street, [julia.wieliczko.stud@pw.edu.pl](mailto:julia.wieliczko.stud@pw.edu.pl)

<sup>3</sup>University of Technology and Economics, 03-301 Warsaw, Jagiellońska 82f street, [julia.lopata@uth.pl](mailto:julia.lopata@uth.pl)



## **Analiza sposobów zmniejszenia emisji spalin lotniczych spowodowanych operacjami kołowania statków powietrznych**

**Słowa kluczowe:** lotnictwo, airside, kołowanie, spalanie paliwa

### **Problem badawczy**

Zanieczyszczenia powodowane przez transport lotniczy wciąż są dużym problemem dla środowiska. W ostatnich latach coraz częściej zaczęli mu się przyglądać europejscy i światowi regulatorzy, co prowadzi do szeregu „zielonych” innowacji. W poniższym artykule wzięto pod uwagę emisję spalin związaną z operacjami kołowania statków powietrznych od zjazdu z drogi startowej do stanowiska postojowego. Powstała analiza ilości kilogramów spalanych każdego dnia na siedmiu wybranych lotniskach oraz wiążących się z tym kosztów.

### **Metody**

Aby uzyskać jak najszerszy obraz problemu, pod uwagę wzięto zarówno lotniska o charakterze krajowym, jak i duże międzynarodowe Huby. Porty lotnicze uwzględnione w analizie to (według kodów ICAO): EPKK, EPGD, EGLL, CYYZ, KLAX, EDDM, LTFM. Stworzono narzędzie w programie Microsoft Excel, automatycznie obliczające ilość spalanej paliwa i wiążące się z tym koszty, na podstawie danych pobranych z serwisu [www.flightradar24.com](http://www.flightradar24.com). Następnie, zgodnie z wymienionym serwisem i przy użyciu narzędzia Google Earth, zmierzono średnie odległości kołowania statków powietrznych od zjazdów z dróg startowych do stanowisk postojowych. Po zebraniu potrzebnych danych, przeanalizowano możliwości implementacji nowych rozwiązań prowadzących do zmniejszenia emisji spalin na lotniskach.

### **Wyniki**

Dzienna ilość spalanej paliwa na lotnisku w Los Angeles wynosi ponad 130 000 kilogramów, co przekłada się na koszty w wysokości niemal 160 000 dolarów. Jeśli zostałyby tam jednak wdrożony system holowników umożliwiających samolotom poruszanie się bez użycia silników, przewoźnicy korzystających z tego lotniska mogliby zaoszczędzić łącznie do 50 000 dolarów dziennie. Podobne zestawienia zostały wykonane dla pozostałych, wyżej wymienionych lotnisk.

### **Wnioski**

Problemem zanieczyszczeń związanych z naziemnymi operacjami statków powietrznych obciążeni są przede wszystkim zarządzający najbardziej zatłoczonych Hubów. W ich przypadku rozwiązania powinny być bezinwazyjne dla obecnej infrastruktury. Rekomendowane działania to wdrożenie oprogramowania FAA, umożliwiającego automatyczne i bardziej efektywne zarządzanie operacjami kołowania statków powietrznych. Innym rozwiązaniem jest inwestycja w Taxibot, czyli holowniki kontrolowane w pełni przez pilotów. Tego typu kołowanie bez użycia silników samolotu jest obecnie testowane na lotnisku Amsterdam Schiphol. W przypadku rozbudowy portów o nowe drogi startowe lub budowaniu nowych lotnisk, rozwiązaniem może okazać się Aircraft Towing System.

### **Bibliografia**

1. Spyros Georgilidakis: Sustainable Taxiing – A look at the Schiphol Trial, 19.03.2022, [www.mentourpilot.com/sustainable-taxiing-a-look-at-the-schiphol-trial/](http://www.mentourpilot.com/sustainable-taxiing-a-look-at-the-schiphol-trial/)
2. ATS: ATS – Aircraft Towing System, 24.04.2018, [www.youtube.com/watch?v=AOu-vBZWqHw](http://www.youtube.com/watch?v=AOu-vBZWqHw)
3. Ming Zhang, Qianwen Huang, Sihan Liu, Huiying Li: Assessment Method of Fuel Consumption and Emissions of Aircraft during Taxiing on Airport Surface under Given Meteorological Conditions, 02.11.2019
4. Federal Aviation Administration: New Software Capability Gets Planes Rolling Directly to the Runway, Reducing Fuel Burn & Taxi Time, 28.09.2021

---

## Hazard identification at airport ground handling locations

Monika WANTUŁA<sup>1</sup>, Anna KOBASZYŃSKA-TWARDOWSKA<sup>2</sup>

**Keywords:** ground handling, hazard identification, check lists

### Research problem

Elements that participate in operational risk analysis procedures are: sources of threats, threats, and undesirable events. In accordance with the International Civil Aviation Organization, the continuous risk identification process allows the safety level in civil aviation to be reduced and maintained at an acceptable level or below that level. For threat detection to be a systemic process, tools are needed to achieve this goal.

### Methods

The main stages of formulating threats are: task assessment, description of threats, description of causes. The description of threats should be prepared on the basis of information about the sources of the threat. Brainstorming, engineering knowledge or checklists can be used to obtain information about the sources of threats in a selected area. Checklists for the areas of analysis are a frequently used tool to identify sources of threats. The safety of air operations begins at the airport and apron. That is why it is so important to correctly assess the risk at ground handling workstations.

### Results

After analyzing the regulations on the safety of ground handling workers in terms of safety and occupational health and safety, many issues remain unregulated. Ground handling workers are a very important link affecting the safety of air operations. It is important that when starting the performance of their duties, employees are properly trained, equipped with the necessary tools and have a good level of well-being so that an accident does not occur.

### Conclusions

In order to determine whether the employee has the appropriate equipment, is properly trained and his mental and physical health condition allows him to perform his duties, a check list was developed. Forms were proposed for the airport equipment operator and for the operations coordination specialist. Declaring a response to the occurrence of a hazard source allows for the formulation of threats and, on this basis, a decision whether or not to allow an employee to work.

### Bibliography

1. International Civil Aviation Organization, Safety Management Manual, Document 9859, Canada (2018).

---

<sup>1</sup>Poznan University of Technology, Faculty of Civil and Transport Engineering, 60–965 Poznań, Piotrowo 3 street, monika.wantula@put.poznan.pl, ORCID 0000-0001-8661-9311

<sup>2</sup>Poznan University of Technology, Faculty of Civil and Transport Engineering, 60–965 Poznań, Piotrowo 3 street, anna.kobaszynska-twardowska@put.poznan.pl, ORCID 0000-0002-3087-8119

---

## **Identyfikacja zagrożeń na stanowiskach obsługi naziemnej w porcie lotniczym**

**Słowa kluczowe:** obsługa naziemna, identyfikacja zagrożeń, check listy

### **Problem badawczy**

Elementami, które uczestniczą w procedurach analizy ryzyka operacyjnego są: źródła zagrożeń, zagrożenia, zdarzenia niepożądane. Zgodnie z International Civil Aviation Organization, ciągły proces identyfikacji zagrożeń pozwala zredukować i utrzymać na akceptowalnym poziomie lub poniżej tego poziomu stan bezpieczeństwa w lotnictwie cywilnym. Aby wykrycie zagrożeń było procesem systemowym, niezbędne są narzędzia do realizacji tego celu.

### **Metody**

Zasadnicze etapy formułowania zagrożeń to: ocena zadania, opis zagrożeń, opis przyczyn. Opis zagrożeń powinien zostać opracowany na podstawie informacji o źródłach zagrożenia. Do pozyskania informacji o źródłach zagrożeń w wybranym obszarze można wykorzystać burzę mózgów, wiedzę inżynierską lub listy kontrolne. Listy kontrolne dla obszarów analiz są często wykorzystywanym narzędziem do identyfikacji źródeł zagrożeń. Bezpieczeństwo operacji lotniczych rozpoczyna się na ternie lotniska i portu lotniczego. Dlatego tak istotna jest prawidłowa ocena ryzyka na stanowiskach pracy obsługi naziemnej.

### **Wyniki**

Po przeanalizowaniu przepisów dotyczących bezpieczeństwa pracowników obsługi naziemnej w rozumieniu safety jak i bezpieczeństwa i higieny pracy wiele kwestii pozostaje nieuregulowanych. Pracownicy obsługi naziemnej są bardzo ważnym ogniwem mającym wpływ na bezpieczeństwo operacji lotniczych. Ważne jest, aby przystępując do realizacji swoich obowiązków pracownicy byli odpowiednio przeszkoleni, wyposażeni w niezbędny sprzęt oraz mieli odpowiednie samopoczucie tak, aby nie doszło do wypadku.

### **Wnioski**

W celu określenia czy pracownik dysponuje odpowiednim wyposażeniem, jest odpowiednio przeszkolony oraz jego stan zdrowia psychicznego i fizycznego pozwala na wykonanie obowiązków opracowano check listy. Zaproponowano formularze dla operatora sprzętu lotniskowego oraz dla specjalisty do spraw koordynacji operacji. Zadeklarowanie odpowiedzi o wystąpienie źródła zagrożenia pozwala sformułować zagrożenia i na tej podstawie podjąć decyzję o dopuszczeniu lub nie pracownika do pracy.

### **Bibliografia**

1. International Civil Aviation Organization, Safety Management Manual, Document 9859, Canada (2018).

---

## Forecasting the number of vehicle-kilometres by applying the autoregression model, using Warsaw Trams as an example

Grzegorz WIEJAK<sup>1</sup>, Małgorzata GRZELAK<sup>2</sup>, Andrzej ŚWIDERSKI<sup>3</sup>

**Keywords:** autoregression model; sustainable transport; forecasting

### Research problem

The article analyses urban transport in Warsaw, focusing only on trams as the second most popular means of transport after wheeled vehicles. Two objectives of the study were adopted. The first was the evaluation of the current state, characteristics of the available options and indicating potential development directions, taking into account factors that determine it. The second goal was to select the appropriate model describing the number of vehicle-kilometres accumulated by Warsaw trams in the years 2017-2019, and parametric identification of this model.

### Methods

The study was carried out on the basis of dynamic ARIMA class models, which can be used in the case of non-stationary time series, taking into account the changes taking place in the relations that shape the transport process.

### Results

The research sample consisted of 33 observations, aggregated for each month. The model describing the analysed phenomenon was identified as well as estimates were made of the future time series values. The AR (1,1) model was used to describe the implementation of the tram transport. The information criteria for this model are: AIC=636.92 and BIC=639.85 (where AIC - Akaike Information Criterion and BIC - Bayesian Information Criterion). Afterward, a short-term forecast of the studied phenomenon was developed.

### Conclusions

On a monthly basis, the model developed indicates a decrease in the next value of the series in relation to past observation (a downward trend in transport performance). The identified problem is important from the point of view of the quality of the system's operation and the ability to meet passengers' expectations. It also informs decision-makers about the need to implement changes leading to an increase in the share of tram transport, mainly in terms of their capacity and operating costs.

### Bibliography

1. Gołda, I., Gołębiowski, P., Izdebski, M., Kłodawski, M., Jachimowski, E., Szczepański, E.: The evaluation of the sustainable transport system development with the scenario analyses procedure. *Journal of Vibroengineering* 19(7), 5627-5638 (2017)
2. Borucka, A., Pyza, D.: Influence of meteorological conditions on road accidents. A model Indexed by: for observations with excess zeros. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability* 23(3), 586-592 (2021).

---

<sup>1</sup>Military University of Technology, Faculty of Safety, Logistics and Management, 00-908 Warsaw, Kaliskiego 2 street, [grzegorz.wiejak@wat.edu.pl](mailto:grzegorz.wiejak@wat.edu.pl), ORCID 0000-0003-3188-0306

<sup>2</sup>Military University of Technology, Faculty of Safety, Logistics and Management, 00-908 Warsaw, Kaliskiego 2 street, [malgorzata.grzelak@wat.edu.pl](mailto:malgorzata.grzelak@wat.edu.pl), ORCID 0000-0001-6296-7098

<sup>3</sup>Motor Transport Institute, 03-301 Warsaw, Jagiellońska 81 street, [andrzej.swiderski@its.waw.pl](mailto:andrzej.swiderski@its.waw.pl), ORCID 0000-0001-7451-9161

---

## **Large-scale forest fires in terms of unmanned flying systems. Current methods and solution overview**

**Maciej ZAWISTOWSKI<sup>1</sup>, Andrzej FELLNER**

**Keywords:** large-scale fires, BSP, algorithms

**Abstract:** The analysis of the literature shows that numerous factors, such as Climate change, more and more frequent and long-lasting droughts, or the growing trend of using forests for recreational purposes cause a constant increase in the risk of forest fires. Poland, despite having numerous and vast forest areas in the form of national or landscape parks, is classified as having an average risk of fire compared to other European countries. Currently, our country is characterized by the emergence of a large number of forest fires within a small area. In 2019, there were almost 9,200 such events, which put Poland in third place in Europe (behind Spain and Portugal). It should be noted, however, that large-scale forest fires with an area of several hundred hectares have occurred and are still a threat in Poland. Therefore, it has been proposed to use a proactive method to limit or compensate for the effects of hazards caused by large-scale fires, which are of key safety, environmental and economic importance. In the article, the authors focused on the presentation of the currently used solutions and compensation of the effects of these threats and presented possible prospective solutions, based on the conducted and planned scientific research on monitoring large-scale fires and the possibility of forecasting them during operational activities, based on unmanned systems and techniques and satellite technologies.

---

<sup>1</sup> CNBOP-PIB, [mzawistowski@cnbop.pl](mailto:mzawistowski@cnbop.pl)

---

## **Pożary wielkoobszarowe lasów w aspekcie bezzałogowych systemów latających. Aktualne metody i przegląd rozwiązań**

**Słowa kluczowe:** Pożary wielkoobszarowe, BSP, algorytmy

**Streszczenie:** Z analizy literatury wynika, że liczne czynniki jak m.in. zmiana klimatu, coraz częściej występujące i długotrwałe susze czy rosnący trend wykorzystywania lasów do celów rekreacyjnych powodują ciągle zwiększanie się ryzyka występowania ich pożarów. Polska, pomimo posiadania licznych i rozległych obszarów leśnych w postaci parków narodowych czy krajobrazowych jest na tle państw Europejskich klasyfikowana ze średnim ryzykiem zagrożenia pożarowego. Obecnie dla naszego kraju cechą charakterystyczną jest powstawanie dużej liczby pożarów lasów o małej powierzchni. W 2019r takich zdarzeń odnotowano prawie 9 200, co stawiało Polskę na trzecim miejscu w Europie (za Hiszpanią i Portugalią). Należy jednak zaznaczyć, że wielkoobszarowe pożary lasów o powierzchni kilkuset hektarów, występowały i nadal stanowią zagrożenie w Polsce. W związku z tym zaproponowano zastosowanie metody proaktywnej w celu ograniczenia lub kompensowania skutków zagrożeń spowodowanych pożarami wielkoobszarowymi, które mają kluczowe znaczenie w zakresie bezpieczeństwa, ochrony środowiska i ekonomii. W artykule autorzy skupili się na przedstawieniu obecnie stosowanych rozwiązań oraz kompensacji skutków wynikających z tych zagrożeń oraz zaprezentowali możliwe perspektywiczne rozwiązania, w oparciu o przeprowadzone i planowane badania naukowe dotyczące monitorowania pożarów wielkoobszarowych i możliwości ich prognozowania podczas działań operacyjnych, w oparciu o systemy bezzałogowe i techniki i technologie satelitarne.



---

# Concept of Separation method between aircraft in the transition period

Daria ŻUCHOWSKA<sup>1</sup>, Anna STELMACH<sup>2</sup>

**Keywords:** air traffic control, Airborne Separation Assurance System, distributed air traffic control, multi-agent systems

## Research problem

The current concept of air traffic control, based on human work is approaching the limit of efficiency. Therefore, new concepts of air traffic control are sought. One of them is to transfer responsibility for ensuring the separation of aircraft to the aircraft crews. Analysis of the literature leads to the conclusion that the transition from centralized air traffic control to decentralized centralized air traffic control will occur in stages [1] - [3]. In this situation, particular attention is necessary for effectively separating traditionally controlled air traffic and air traffic flying by the ASAS concept. Appropriate methods of negotiation and communication between conflicting aircraft must be provided.

## Methods

This paper presents a concept of providing separation between aircraft in the transition period (moving from centralized to decentralized air traffic control). The conflict geometry was discussed. Methods of conflict resolution were presented. A method of negotiation and communication between conflicting aircraft was also proposed. Based on the assumptions made, simulations were performed to test and evaluate the proposed solution. Both the method itself and the negotiation process were evaluated.

## Results

The analysis made it possible to evaluate the method in terms of safety and efficiency. The obtained results showed that with the increase of traffic volume the analyzed parameters deteriorate. The analysis of the negotiation process in the context of the efficiency of the method showed that the traffic volume does not influence the obtained results.

## Conclusions

Simultaneously maintaining separation within coexisting sets of aircraft with completely different information and decision structures is a complex issue. Two different systems must communicate and interact with each other to ensure the safety of air traffic participants. Further work is needed in developing negotiation and communication methods to increase the level of safety and effectiveness of the proposed methods for the transition period in air traffic control.

## Bibliography

1. J. Mercer et al. „Human-automation cooperation for separation assurance in future NextGen environments,” w *Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aerospace*, Santa Clara, California, 2014.
2. M. Xue.: „Design Analysis of Corridors-in-the-sky,” w *AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference*, Chicago, Illinois, 2009

---

<sup>1</sup>Warsaw University of Technology, Faculty of Transport, 00-662 Warsaw, Koszykowa 75 street, [zuchowska.daria@gmail.com](mailto:zuchowska.daria@gmail.com)

<sup>2</sup>Warsaw University of Technology, Faculty of Transport, 00-662 Warsaw, Koszykowa 75 street, [anna.stelmach@pw.edu.pl](mailto:anna.stelmach@pw.edu.pl)

---

## **Koncepcja metody zapewnienia separacji pomiędzy statkami powietrznymi przy zmianie organizacji ruchu**

**Słowa kluczowe:** sterowanie ruchem lotniczym, Airborne Separation Assurance System, rozproszona kontrola ruchu lotniczego, systemy wieloagentowych, negocjacje między agentowe

### **Problem badawczy**

Współczesna koncepcja kontroli ruchu lotniczego, oparta na pracy człowieka wspomaganego przez systemy techniczne, powstała wiele lat temu i w dobie wzrastającego ruchu lotniczego zbliża się do granicy wydolności. Prowadzone są zatem prace zmierzające do stworzenia nowych koncepcji kontroli ruchu lotniczego. Jedną z nich jest rozproszenie procesu decyzyjnego i przekazanie odpowiedzialności za zapewnienie separacji załogom statków powietrznych. Analiza literatury skłania do wniosku, że przejście między jedną fazą a drugą będzie zachodzić etapowo [1] – [3]. Szczególna uwaga jest w takiej sytuacji konieczna dla skutecznego odseparowania od siebie ruchu kontrolowanego tradycyjnie i zgodnie z koncepcją wykorzystania ASAS. Konieczne jest zapewnienie odpowiednich metod negocjacji i komunikacji pomiędzy agentami będącymi w konflikcie.

### **Metody**

W pracy opracowano koncepcję zapewnienia separacji pomiędzy statkami powietrznymi przy zmianie organizacji ruchu (przejście od zcentralizowanej kontroli ruchu do zdecentralizowanej). Omówiono aspekty geometrii konfliktu. Przedstawiono sposoby rozwiązania konfliktu. Zaproponowano również metodę prowadzenia negocjacji i komunikacji pomiędzy konfliktującymi samolotami. Na podstawie przyjętych założeń przeprowadzono symulacje pozwalające sprawdzić i ocenić proponowane rozwiązanie. Oceniono zarówno samą metodę jak i proces negocjacji.

### **Wyniki**

Przeprowadzona analiza pozwoliła ocenić metodę pod kątem bezpieczeństwa oraz jej efektywności. Uzyskane wyniki pokazały, że wraz ze wzrostem natężenia ruchu analizowane parametry ulegają pogorszeniu. Analiza procesu negocjacji w kontekście efektywności metody, wykazała, że natężenie ruchu nie wpływa na uzyskane wyniki.

### **Wnioski**

Jednoczesne utrzymanie separacji w obrębie współistniejących zbiorów statków powietrznych o zupełnie różnej strukturze informacyjno-decyzyjnej jest zagadnieniem złożonym. Konieczna jest komunikacja i współdziałanie dwóch różnych systemów ze sobą, by zapewnić bezpieczeństwo uczestnikom ruchu lotniczego. Konieczne jest dalsze prowadzenie prac w zakresie rozwijania metod negocjacji i komunikacji w celu zwiększenia poziomu bezpieczeństwa i efektywności proponowanych metod dla okresu przejściowego w kontroli ruchu lotniczego.

### **Bibliografia**

1. J. Mercer et al. „Human-automation cooperation for separation assurance in future NextGen environments,” w Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aerospace, Santa Clara, California, 2014.
2. M. Xue.: „Design Analysis of Corridors-in-the-sky,” w AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference, Chicago, Illinois, 2009



---

## Concept of Separation method between aircraft in the transition period

Daria ŻUCHOWSKA<sup>1</sup>, Anna STELMACH<sup>2</sup>

**Keywords:** air traffic control, Airborne Separation Assurance System, distributed air traffic control, multi-agent systems, Petri Nets

### Research problem

New air traffic control concepts are sought. Many studies indicate the delegation of the responsibility for ensuring separation to the aircraft crews, but taking into account the technical conditions, it should be assumed that the transition from centralized to decentralized air traffic control will occur in stages. It is, therefore, necessary to ensure effective communication between aircraft in conflict. It is also necessary to define the negotiation process between aircraft.

### Methods

The concept of the process of negotiation and communication between aircraft in conflict using a monotonic concession protocol is presented. The proposed solution was modeled using a Petri net, which allowed us to analyze all the dependencies present in the system.

### Results

The analysis allowed to evaluate the method in the context of safety. The conducted research showed that, under the assumed conditions, the negotiation method allows to obtain the desired effect of negotiations while maintaining an adequate level of safety.

### Conclusions

This paper presents a solution dedicated to pairwise negotiation. It is concluded that better results can be obtained using multi-agent negotiation. It is, therefore, necessary to design and develop negotiation protocols dedicated to multi-agent systems.

### Bibliography

1. Bertram, J. and Wei, P. (2020). Distributed Computational Guidance for High-Density Urban Air Mobility with Cooperative and Non-cooperative Collision Avoidance, in Conference: AIAA Scitech 2020 Forum.
2. Endriss, U., (2006). Monotonic concession protocol for multilateral negotiation, in AAMAS '06 Proceedings of the fifth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems, Pages 392-399.,
3. Mercer, J. et al. (2014). Human-automation cooperation for separation assurance in future NextGen environments in Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aerospace, Santa Clara, California.
4. Valkanas, G., Natsiavas, P., and Bassiliades, N. (2009). A Collision Detection and Resolution Multi Agent Approach Using Utility Functions," in 2009 Fourth Balkan Conference in Informatics, BCI 2009, Thessaloniki, Greece, 17-19 September.

---

<sup>1</sup>Warsaw University of Technology, Faculty of Transport, 00-662 Warsaw, Koszykowa 75 street, [zuchowska.daria@gmail.com](mailto:zuchowska.daria@gmail.com)

<sup>2</sup>Warsaw University of Technology, Faculty of Transport, 00-662 Warsaw, Koszykowa 75 street, [anna.stelmach@pw.edu.pl](mailto:anna.stelmach@pw.edu.pl)

---

## **Modelowanie procesu negocjacyjnego pomiędzy statkami powietrznymi z wykorzystaniem sieci Petriego**

**Słowa kluczowe:** sterowanie ruchem lotniczym, Airborne Separation Assurance System, procesy negocjacji, sieci Petriego

### **Problem badawczy**

Nowe koncepcje kontroli ruchu lotniczego są poszukiwane. Wiele opracowań wskazuje na oddelegowanie odpowiedzialności za zapewnienie separacji do załóg statków powietrznych, ale biorąc uwarunkowania techniczne należy przyjąć, że przejście od zcentralizowanej kontroli ruchu lotniczego do zdecentralizowanej będzie zachodzić etapowo. Konieczne jest zatem zapewnienie efektywnej komunikacji pomiędzy samolotami w konflikcie. Konieczne jest również zdefiniowanie procesu negocjacji pomiędzy samolotami.

### **Metody**

W pracy przedstawiono koncepcję procesu negocjacji i komunikacji między statkami powietrznymi znajdującymi się w konflikcie z wykorzystaniem monotonicznego protokołu ustępstw. Przedstawiono algorytm negocjacyjny. Zaproponowane rozwiązanie zamodelowano za pomocą sieci Petriego, co pozwoliło przeanalizować wszystkie zależności występujące w systemie.

### **Wyniki**

Analiza pozwoliła na ocenę metody w kontekście bezpieczeństwa. Przeprowadzone badania wykazały, że przy założonych warunkach metoda negocjacji pozwala na uzyskanie pożądanego efektu negocjacji przy zachowaniu odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa.

### **Wnioski**

W pracy przedstawiono rozwiązanie dedykowane negocjacjom prowadzonym w parach. Wnioskuje się, że lepsze wyniki można otrzymać stosując negocjacje wielogantowe. Konieczne jest zatem opracowanie i rozwijanie protokołów negocjacji dedykowanych dla systemów wieloagentowych.

### **Bibliografia**

1. Bertram, J. and Wei, P. (2020). Distributed Computational Guidance for High-Density Urban Air Mobility with Cooperative and Non-cooperative Collision Avoidance, in Conference: AIAA Scitech 2020 Forum.
2. Endriss, U., (2006). Monotonic concession protocol for multilateral negotiation, in AAMAS '06 Proceedings of the fifth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems, Pages 392-399.,
3. Mercer, J. et al. (2014). Human-automation cooperation for separation assurance in future NextGen environments in Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aerospace, Santa Clara, California.
4. Valkanas, G., Natsiavas, P., and Bassiliades, N. (2009). A Collision Detection and Resolution Multi Agent Approach Using Utility Functions," in 2009 Fourth Balkan Conference in Informatics, BCI 2009, Thessaloniki, Grecja, 17-19 September.