



**SECCIÓN DE NOTAS CRÍTICAS, VALORACIONES
TÉCNICAS, NOTICIAS Y RECENSIONES**

**A NEW GENERATION OF DISRUPTORS IS PLANNING TO
REDEFINE AIR TRAVEL – SO WHAT DOES THIS MEAN FOR
AIRLINES AND AIRPORTS?
[NOWA GENERACJA CZYNNIKÓW MAJĄCYCH WPŁYW ORAZ
MOGĄCA PRZEDEFINIOWAĆ PODRÓŻ SAMOLOTEM - CO TO
OZNACZA DLA LINII LOTNICZYCH I LOTNISK?]**

Katarzyna KOSTUR*
Tomasz BALCERZAK**

ABSTRACT: The commercial air transport industry is facing a defining period and whichever way you look change is on the horizon. Technological, digital and engineering advancements are reshaping almost every industry on the planet, and the air transport sector (and the wider travel industry for that matter) is no exception. The passenger is at the core of our 2050 thinking. Over the last four decades the real cost of travel has fallen by about 60% and the number of travelers increased tenfold. We must continue to provide this great value to individual consumers and to society. To do so we need the right technology, efficient and sufficient infrastructure. And we need financial sustainability. Nobody has all the answers or a crystal ball to see the industry in 2050. But there was consensus among all present that there is strategic value in thinking together. And there was general consensus that one of the industry's biggest challenges is to evolve from the financial disaster of a partial deregulation that has created fierce competition among airlines but without giving them the normal commercial freedoms to do business. The industry is sick. To protect the value that aviation delivers to consumers, companies, countries and the global economy, we need a common vision to change as we move forward.

STRESZCZENIE: Branża komercyjnego transportu lotniczego znajduje się w okresie, w którym zachodzą duże zmiany. Postępy technologiczne, cyfrowe i inżynierskie kształtują prawie każdą branżę na świecie, a sektor transportu lotniczego (i szeroko rozumiany przemysł turystyczny) nie jest wyjątkiem. Pasażer w perspektywie 2050 roku nadal będzie priorytetem dla branży lotniczej. W ciągu ostatnich czterech dekad rzeczywisty koszt podróży spadł o około 60%, a liczba podróży wzrosła dziesięciokrotnie. Branża lotnicza musi nadal zapewniać podstawową wartość indywidualnym konsumentom i społeczeństwu. Aby to zrobić, potrzebuje odpowiedniej technologii oraz wydajnej i wystarczającej infrastruktury. Potrzebuje stabilności finansowej. Nikt

* Polish Air Force Academy, Dywizjonu 303 35, 08-521 Dęblin, Poland, with the mail: kosturkatarzyna@gmail.com.

** Faculty of Transport, The Silesian University of Technology, Krasińskiego 13 Street, 40-019 Katowice, Poland. E-mail: tomasz.balcerzak@polsl.pl.

nie zna wszystkich odpowiedzi ani nie posiada kryształowej kuli, aby zobaczyć branżę w 2050 roku. Ale wszyscy są zgodni co do strategicznej wartości wspólnego myślenia. Panuje powszechny konsensus, że jednym z największych wyzwań branży jest ewolucja od finansowej katastrofy, która miała miejsce jeszcze kilka lat temu, częściowej deregulacji, która stworzyła zacieklą konkurencję między liniami lotniczymi, nie dając im normalnej swobody handlowej do prowadzenia działalności gospodarczej. Branża lotnicza przechodzi poważne zmiany i co jakiś czas kryzysy. Aby chronić wartość, jaką lotnictwo zapewnia konsumentom, firmom, krajom i globalnej gospodarce, potrzebuje wspólnej wizji zmian i kierunków postępu.

KEY WORDS: Innovation, Transport Policy, Aviation Policy, Airport, Aerodrome.

KLUCZOWE SŁOWA: innowacje, polityka transportowa, polityka lotnicza, port lotniczy, lotnisko.

1. Introduction

In recent times, a number of companies, projects, concepts and visions have inspired some to predict a “revolution”, although when exactly this revolution will materialise has been harder to pinpoint. Predictions of an industry-wide overhaul are often met with scepticism, but it is now becoming increasingly clear that the air transport industry is likely to look wildly different in 10 years’ time compared to today, leaving airlines, airports and their partners wondering what steps need to be taken now to prepare for the future. Companies often confide in their future visions but the sheer scale of their ambition suggests that the foundations are being laid for major change in the years ahead.



Figure 1. Supersonic travel and electric aircraft (Zunum Aero is planning to have its hybrid electric aircraft in operation by 2020. (Source:

<http://www.futuretravelexperience.com/2017/08/a-new-generation-of-disruptors-is-planning-to-redefine-air-travel>)

Some developments that are already in the public domain add weight to the theory that commercial air travel could be the subject of major change in the relatively near future. The return of supersonic air travel and the development of electric aircraft were considered hugely ambitious just a few years ago, but companies like Zunum Aero (backed by Boeing's HorizonX and JetBlue Technology Ventures) and Boom Supersonic are making big strides in these areas.

Washington-based Zunum Aero plans to have its hybrid electric aircraft in operation by 2020, initially with a range of around 700 miles, extending to over 1,000 miles by 2030. It hopes that by routing more traffic to under-utilised regional and general aviation airports, and providing much lower operating costs, it will make air travel more efficient and convenient and simplify the door-to-door travel experience.



Figure 2. A trial flight of Boom Supersonic's 55-seat passenger aircraft could happen as soon as 2018. Boom Technology has already produced concept images of its aircraft at London Heathrow Airport. (Source : <http://www.futuretravelexperience.com/2017/08/a-new-generation-of-disruptors-is-planning-to-redefine-air-travel>)

Meanwhile, in Colorado Boom Supersonic is making use of breakthroughs in aerodynamic design, state-of-the-art engines and advanced composites to try to bring efficient and affordable supersonic air travel to the masses. The company expects a prototype of its 55-seat passenger plane to make its first test flight before the end of 2018.

If all goes to plan, its first transatlantic passenger flight could become a reality by 2023, cutting travel time between New York and London by around four

hours, to just three hours and 15 minutes. According to Boom, five airlines have already placed orders for a total of 76 supersonic aircraft.

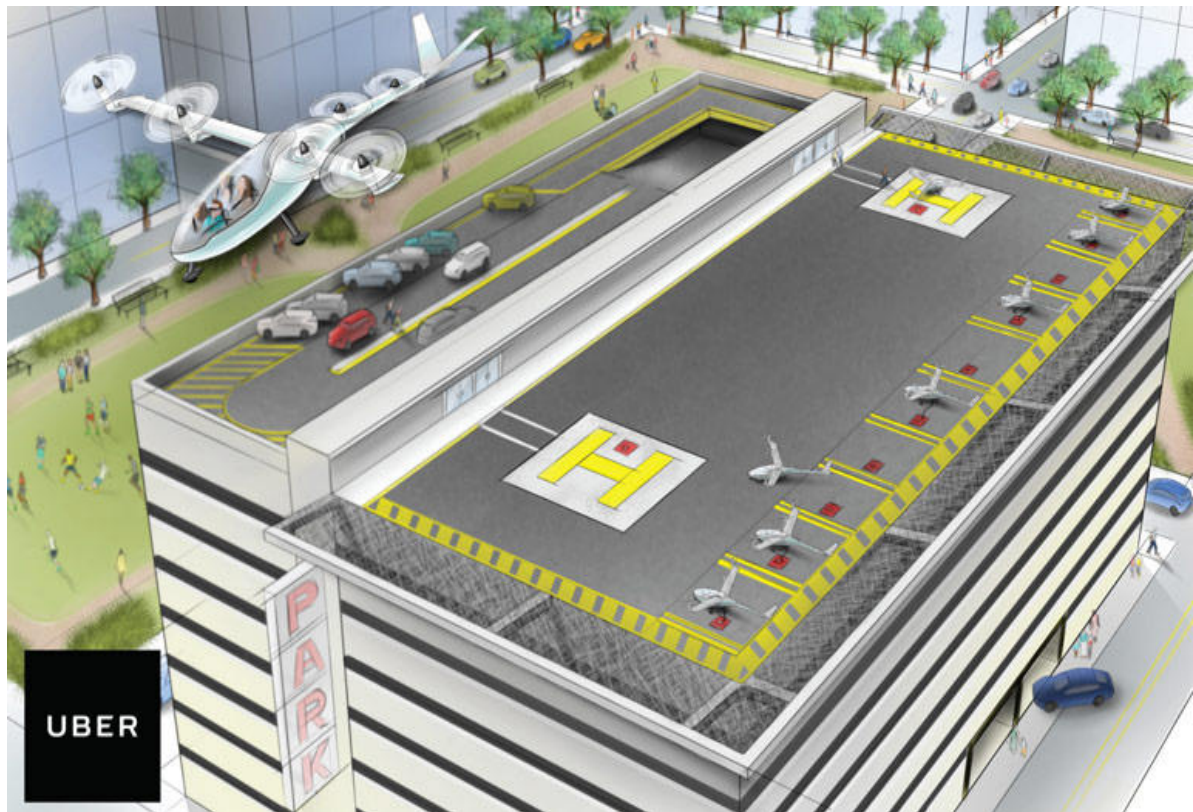


Figure 3. Uber Elevate, Project Vahana and Hyperloop (Uber is exploring the potential of aircraft with vertical take-off and landing capabilities. The company is hoping to trial a fleet of new aircraft in Dubai and Dallas-Fort Worth in 2020. (Source: <http://www.futuretravelexperience.com/2017/08/a-new-generation-of-disruptors-is-planning-to-redefine-air-travel>).

A number of other big-name disruptors are also staking a claim to help define the future of air travel. Uber, for example, is getting serious about making “on-demand urban aviation” a reality. Uber Elevate aims to take ride sharing to the skies and has announced partnerships with manufacturers, real estate, and electric charging companies. In April 2017, Uber announced plans to trial an electric fleet with vertical take-off and landing capabilities in Dubai and Dallas-Fort Worth by 2020.

Also, A³ by Airbus Group last year launched Project Vahana, which is based around the development of an aircraft that doesn’t need a runway, is self-piloted and can automatically detect and avoid obstacles and other aircraft. A³’s aim is to make the first certified passenger aircraft without a pilot and it is hoping to fly a full-size prototype within a matter of months, not years.

Then, of course, we have Hyperloop, the brainchild of Elon Musk, who claims the concept would allow for passengers to be transported at 760 miles per hour and could cut travel time between Los Angeles and San Francisco to just 35 minutes. Many remain unconvinced of its viability but the state of Dubai has

already commissioned a feasibility study to explore Hyperloop's potential. Estimates suggest that it could cut travel time between Dubai and Abu Dhabi – which are the best part of 90 miles apart – to just 12 minutes.

2. A new role for airlines and airports?

So, what does all of this mean for airlines and airports? Should airlines be preparing for the return of supersonic travel and the imminent introduction of hybrid electric aircraft? Should they be preparing for new competition on short-haul routes from Hyperloop? Will they compete or partner with these alternative forms of travel? While these questions may not be at the forefront of most airlines' thinking today, this June IAG's Director of Strategy, Robert Boyle, hinted at the potential of autonomous aircraft, suggesting that the more progressive airlines and groups are indeed keeping a close eye on developments in this space.

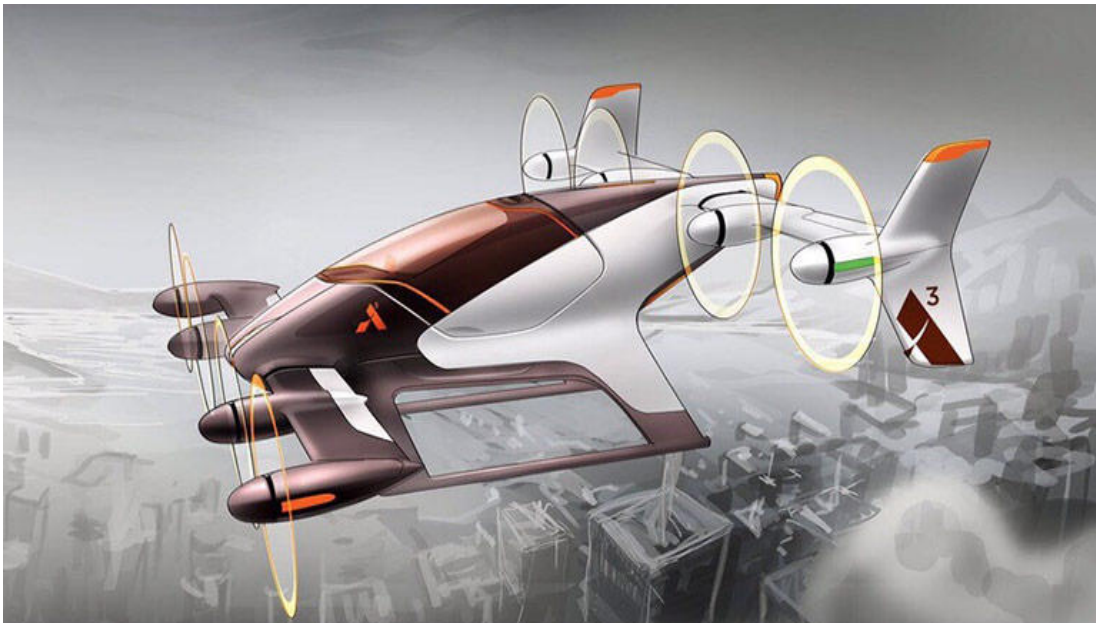


Figure 4. A³ by Airbus Group's Project Vahana is based around an aircraft that is self-piloted and does not need a runway to take off and land. (Source: <http://www.futuretravelexperience.com/2017/08/a-new-generation-of-disruptors-is-planning-to-rewrite-air-travel>)

As for airports, what does the future hold if Vahana or Uber Elevate-style aircraft take to the mainstream, and a new generation of supersonic aircraft are embraced by their airline customers? What impact will this have on existing airport infrastructure? All of these are the types of questions that senior figures from the likes of Zunum Aero, Boom Supersonic, Hyperloop Transportation Technologies and A³ by Airbus Group will be discussing in a dedicated "disruptors" session on day one of Future Travel Experience Global 2017 (6-8 September, Las Vegas).

3. A lesson from the automotive industry

While it can be tempting to dismiss such radical developments as being futuristic and to play down the potential near-to-medium-term impact on the air transport industry, lessons can be taken from parallel sectors. It would be easy to draw comparisons to the sudden rise and significant impact of the likes of Uber and Airbnb in other industries, but perhaps the best example is the electric vehicles market in the automotive sector.

According to the International Energy Agency (IEA), the number of battery-powered cars on the roads worldwide rose by 60% year-on-year in 2016, up to around 2 million. Five years earlier, the electric car market was almost non-existent. A multi-government programme, the Electric Vehicles Initiative, recently set an ambitious goal for 30% market share for battery-powered vehicles by 2030 and the IEA estimates that there could be as many as 140 million electric cars on the road by that point.



Figure 5. The new Tesla Model 3 includes a number of features, such as Enhanced Autopilot, that were deemed futuristic just a few years ago. (Source: <http://www.futuretravelexperience.com/2017/08/a-new-generation-of-disruptors-is-planning-to-redefine-air-travel>, 07.08.2017)

One of the biggest players in this space is Tesla, which less than a decade after its first car – the Roadster – entered general production, has just unveiled its fourth model, the battery-powered Tesla Model 3. This comes complete with a 300-mile-plus range (for the Range+ version, at least) and Enhanced Autopilot feature, which paves the way for a fully-autonomous car in the future – features that were almost unthinkable a few short years ago.

The lesson for the air transport industry? If you think electric, on-demand and self-piloted aircraft are more science fiction than tomorrow's reality, that's exactly what many in the automotive industry thought about long-range battery-powered and self-driving cars in the not-too-distant past.

4. Conclusions

Technology has made the security and customs/immigration processes for passenger and luggage screening not only more efficient but also almost invisible to the passenger. These processes are now partially completed well in advance of the passenger journey through profiling that categorizes passengers and packages by levels of potential risk. The remaining processes are conducted using stand-off technologies that complete the screening processes without interrupting the passenger's journey through the airport (except for when these stand-off technologies reveal the need for closer inspection).

Technology has also been applied to passengers and their luggage. PDAs¹ and other hand-held or worn devices now enable passengers themselves to track their luggage at every stage of a journey, virtually eliminating the problem of mishandled baggage. Following the emergence of a new business model in the 2020s, companies now provide overnight door-to-door pick-up and delivery of baggage at surprisingly low cost, thereby relieving the passenger of this burden and making the airport process for the passenger far more efficient. Meanwhile, these same PDAs/other similar devices allow airlines, airports, and security agencies to track the whereabouts of the passengers themselves throughout the journey, ensuring that passengers no longer accidentally miss their flights.

A decade of change has transformed aviation. Airlines are leaner, greener, safer and stronger. The industry had also grown to meet the needs of a globalizing world. Compared to 2001, freight shipments expanded by 17 million tonnes to 46 million annually. At the same time, air travel became accessible to a billion more travelers a year and we expect 2.8 billion people to fly in 2011.²

The decade also saw industry revenues double to an expected \$598 billion. But industry profits are much less impressive. Over the last 40 years, the average net margin is 0.1%. And even in the best year of the last decade – 2010 – the industry's \$18 billion profit is equal to a pathetic margin of just 3.2%, that does not cover the 7-8% cost of capital.

Looking ahead, we can see that in 2050 aviation will fly 16 billion passengers and 400 million tonnes of cargo. We must be able to manage that with sustainable technologies and efficient infrastructure, while pleasing our passengers and rewarding our shareholders. At the 2010 IATA Annual General Meeting has been announced Vision 2050 with these principles as cornerstones.

So, the future has arrived faster than expected. If air travel as we know it does indeed undergo its own revolution in the coming years, the impact on every stakeholder will be massive. Airlines will be forced to re-think their fleet modernisation plans and their overall role in a new-look commercial air transport sector, OEMs will be forced to adapt to survive, airports will have to re-evaluate their real estate to accommodate new aircraft, and new strategies will have to be developed to counter the threat posed by new forms of travel that don't require a traditional airport terminal or runway.

¹ PDA-Personal Digital Assistant.

² IATA Vision 2050, Report, Singapore 12 February 2011.

Clearly, things are moving quickly in the air transport space and a new wave of disruptors are trying to re-invent the experience of flying. In a recent interview with WIRED magazine, Zach Lovering, the head of Project Vahana, said: "It seems like the future has gotten here faster than we all expected". Anyone who ignores this could end up getting left in the past.

REFERENCES

1. Airbus. "Global Market Forecast 2014-2033". Available at: <http://www.airbusgroup.com/dam/assets/airbusgroup/int/en/investor-relations/documents/2014/Publications/presentations/Airbus-GMF-booklet-2014-2033/Airbus%20GMF%20booklet%202014-2033.pdf>.
2. Current Market Outlook 2014-2033, Boeing, 2015.
3. EASA. "General Aviation Roadmap: towards simpler, lighter, better rules for General Aviation". Available at: <http://easa.europa.eu/easa-and-you/general-aviation/general-aviation-road-map>.
4. European Commission. "Flightpath 2050: Europe's Vision for Aviation". Available at: www.ec.europa.eu/transport/modes/air/consultations/doc/2015-aviation-package/background.pdf
5. <http://ec.europa.eu/transport/modes/air/doc/flightpath2050.pdf>
6. <http://www.futuretravelexperience.com>
7. IATA Vision 2050, Report, Singapore 12 February 2011.
8. Project Airport 2050+. "Final Report Summary - The 2050+ Airport". Available at: <http://www.2050airport.ineco.eu/2050airport/library/?jsessionid=65582DA732789CDB44971A4372E05054.nodo2>
9. Transport Research and Innovation Portal. "Air transport: Thematic Research Summary. Transport Research and Innovation Portal". Available at: http://www.transport-research.info/Upload/Documents/201504/20150430_165104_74600_TR_S12_fin.pdf.

Recibido el 30 de marzo de 2019

TRANSPORT CONCEPTS IN AIR TRANSPORT [KONCEPCJE TRANSPORTOWE W TRANSPORCIE LOTNICZYM]

Tomasz BALCERZAK*
Katarzyna BRZESKA**

SUMMARY: Nowadays, transport is inherent day by day. Every moment we can see how new technology helps to move to our destination. It is the same situation where no one is not surprise that by our phone we can have access to any information. It should not be surprise, every sector of our life is changing by technology too. Aviation is not isolated here and uses new technology to improve safety and travel comfort. Not so long ago, in the sphere of dreams was to traveling by airplane, today it is completely normal and a common phenomenon. Aviation is one of most dynamically developing sector of our life. Economic growth is inherent element here. Observed direct connection between economic growth and development of the aviation sector.

STRESZCZENIE: W dzisiejszych czasach transport jest obecny wśród nas na co dzień. Co chwilę powstają technologie ułatwiające się przemieszczenie się do miejsca docelowego. Tak samo jak nie dziwi już nikogo, że za pośrednictwem telefonu w przeciągu chwili można mieć dostęp do jakiegokolwiek informacji, tak samo nie powinno dziwić, że każdy z sektorów życia zostaje zmieniany przez nowe technologie. Lotnictwo nie jest tutaj odosobnione i również korzysta ze wszelkich zdobyczy technologicznych dla podwyższenia bezpieczeństwa i poprawieniu komfortu podróży. Jeszcze nie tak dawno w sferze marzeń było przemieszczanie się turystyczne drogą powietrzną, dzisiaj jest to już całkowicie normalne i powszechne zjawisko. Lotnictwo jest jednym z dynamiczniej rozwijanych sektorów życia publicznego. Wzrost gospodarczy jest nieodłącznym elementem tego rozwoju. Obserwuje się bezpośrednie powiązanie pomiędzy rozwojem gospodarczym państw, a rozwojem sektora lotniczego.

KEYWORDS: Aviation, A-Cdm, Transport Network, Hub-And-Spokes, Point-To-Point.

SŁOWA KLUCZOWE: lotnictwo, A-CDM, sieć transportowa, hub-and-spokes, point-to-point.

1. Wstęp

Dzisiejsza sieć przewozów oferowana przez rynek usług lotniczych rozgrywa się pomiędzy dwoma systemami. Pierwszy z nich, preferowany przez Boeing'a to system point-to-point, w którym przewozy wykonywane są o jak najprostszej

* CEO/General Director of EuroLOT Airlines and a lecturer at the Aviation Law Institute of International Relations at Warsaw University, Tomasz.balcerzak@polsl.pl.

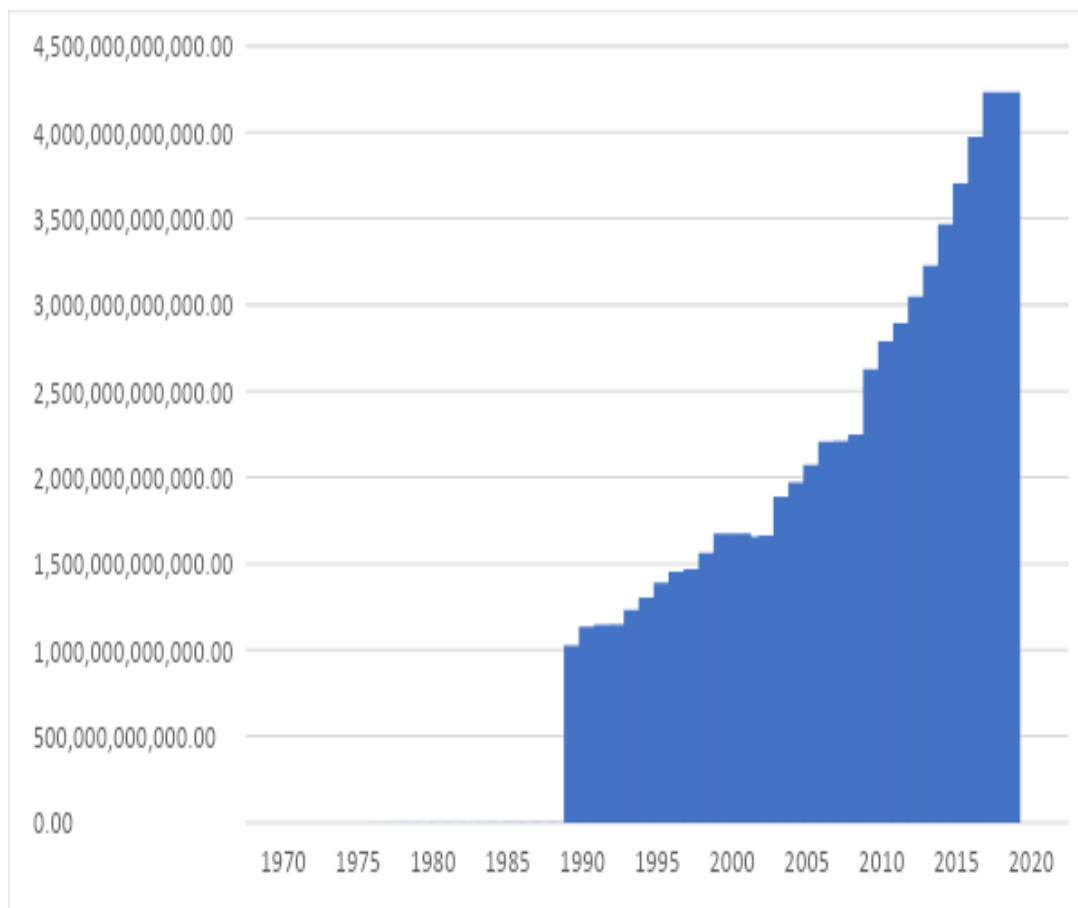
** Silesian University of Technology Student, katabrz159@student.polsl.pl.

linii. System ten zapewnia dotarcie z punktu wyjściowego, do punktu docelowego z minimalną, a w najlepszym przypadku bez żadnego międzylądowania. Natomiast Airbus twierdzi, że przyszłość należy do samolotów wielkogabarytowych, co powoduje konieczność posiadania odpowiedniej infrastruktury portu lotniczego do przyjęcia takiego samolotu. Z tej uwagi została stworzona koncepcja oparta na tzw. hubach. Koncepcja ta nazywa się hub-and-spoke. Jej celem jest dowiezienie pasażerów samolotami mniejszo gabarytowymi do portów centralnych (mega huby), a następnie przeprowadzenie długodystansowych przelotów samolotami wielko gabarytowymi. Korzystanie z systemu preferowanego przez Airbusa pozwala w pewnym zakresie obniżyć poziom lotniczej kongestii transportowej.¹ Rozwój technologiczny bezpośredni oddziałuje na sektor lotniczy. Gdyby nie on, nie byłoby możliwe w ogóle lotnictwo, a na pewno nie w dzisiejszym wyglądzie. Jawnym przykładem takiej ścisłej korelacji była konieczność unowocześnienia lotniczej infrastruktury lotniskowej w momencie, gdy został wyprodukowany Boeing 707 (1955 r.), który umożliwiał przewóz 200 pasażerów, gdzie do tego momentu za pośrednictwem DC-3 było możliwe przewiezienie zaledwie 30 pasażerów.

2. Rynek lotniczy w ujęciu ekonomicznym

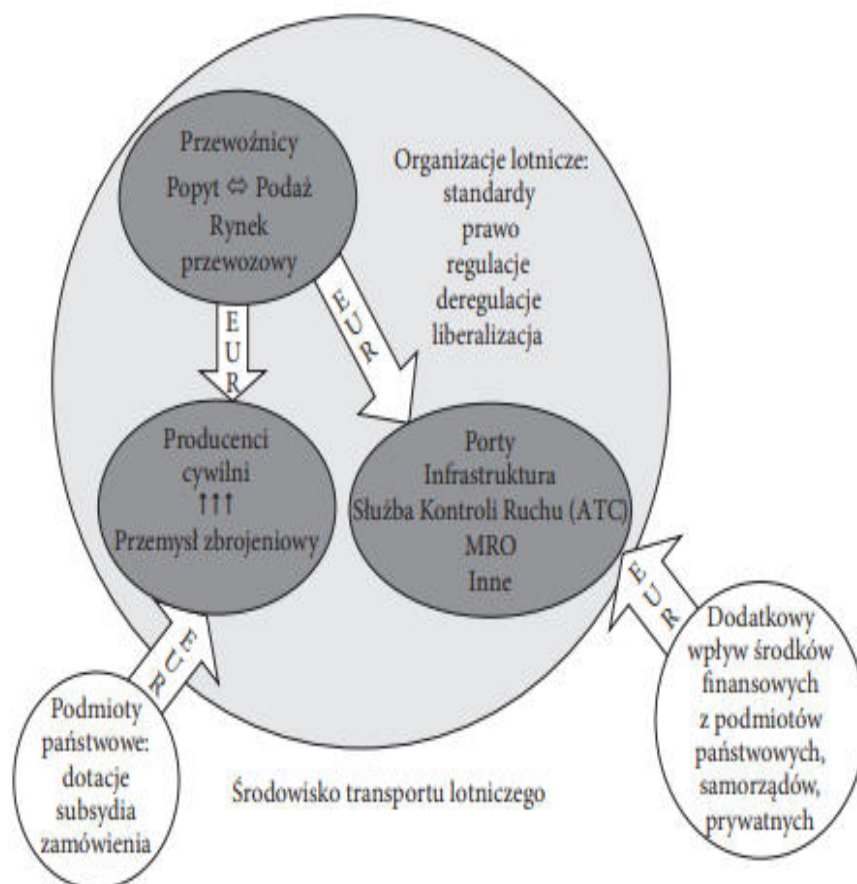
Mimo tego, że głównym celem lotnictwa jest przemieszczanie się osób czy towarów, nie byłoby to możliwe bez prawidłowo funkcjonujących organizacji. Wszelkiego rodzaju organizacje są nastawione na zysk, tak samo i tutaj nie jest inaczej. Przewoźnicy oferując dane przewozy chcą zmaksymalizować jak najbardziej zysk. Już to pokazuje nam, że nie można rozdzielać i pomijać ekonomii w aspekcie lotnictwa. Lotniska powstają wokół dużych aglomeracji miejskich, co spowodowane jest faktem, że ludzie przede wszystkim przemieszczają się w określonym celu pomiędzy większymi miastami państw. Z roku na rok liczba pasażerów korzystających z usług lotniczych się powiększa (wykr. 1). Pokazuje to jednoznacznie, że sektor transportu odznacza się coraz większym zaufaniem społecznym.

¹ J. Hawlena, Koncepcje organizacji ruchu lotniczego w warunkach rosnącej kongestii transportowej, *Logistyka* 6/2014



Wykres 1 Liczba pasażerów w latach 1970 - 2018; opracowanie własne na podstawie: <https://data.worldbank.org/indicator/is.air.psggr>

Wzrost ten uwarunkowany jest ciągłym podwyższaniem odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa wykonywanych operacji lotniczych, który nie mógłby być zachowany, gdyby nie nowe technologie. Każdy z sektorów należących do rynku lotniczego nie jest samodzielnie istniejącym obszarem należącym do lotnictwa, a istnieją ściśle powiązane korelacje pomiędzy nimi (rys. 1). Organizacje lotnicze odpowiedzialne są za tworzenie prawa i regulacji odnoszących się do międzynarodowego rynku lotniczego. Na podstawie tych wszelkich regulacji możliwe jest dalsze tworzenie rynku lotniczego i wdrażania nowych zastosowań. Do organizacji o znaczącym charakterze międzynarodowym należy Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego (ang. International Civil Aviation Organization ICAO), która jest podstawowym źródłem opracowywania oraz wdrażania przepisów lotniczych oraz z punktu widzenia linii lotniczych Międzynarodowe Zrzeszenie Przewoźników Powietrznych (ang. International Air Transport Association IATA). Ponadto, na rynku europejskim ważną rolę odgrywa Europejska Agencja Bezpieczeństwa Lotniczego (ang. European Union Aviation Safety Agency EASA), której celem jest ogólnie rozumiane zarządzania bezpieczeństwem w lotnictwie.



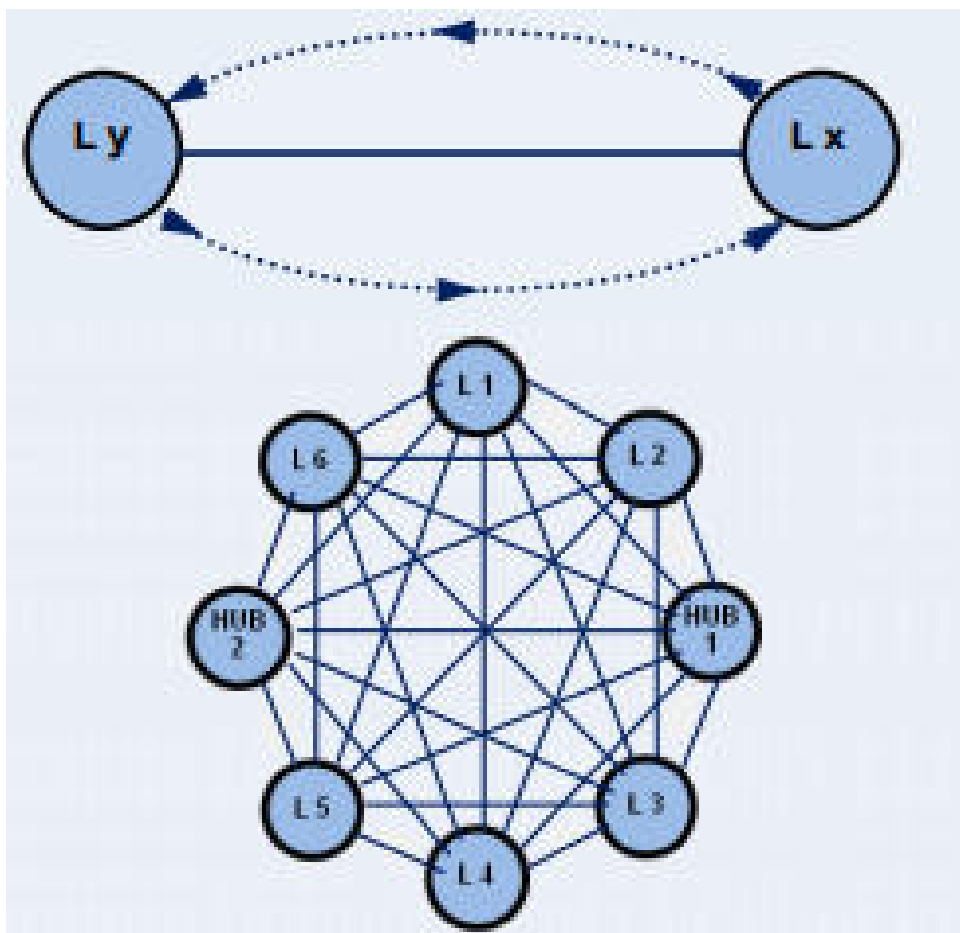
Rysunek 1 Elementy środowiska lotniczego

(źródło: A. Ruciński, K. Madej, Polski rynek transportu lotniczego w perspektywie 2030 roku, *Studia Oeconomica Posnaniensia*, DOI: 10.18559/SOEP.2016.7.1, 2016, vol. 4, no. 7)

3. *Koncepcja point-to-point, a hub-and-spokes*

Nie tylko na tle podejścia ideowego do produkcji samolotów, ale też w przypadku organizacji ruchu lotniczego istnieje rozbieżność w podejściu Airbus'a i Boeing'a. Według analiz Airbus'a, powinno się myśleć przyszłościowo o samolotach wielkogabarytowych, co wymaga odpowiednio przygotowanych portów, do bardziej skomplikowanej obsługi. Boeing zaś uważa, że przyszłościowo powinno się rozpatrywać system point-to-point który pozwoli przy nieco większej ilości rejsów, obsłużyć tą samą ilość pasażerów (samolotami małymi i średnimi), bez konieczności szukania odpowiednio przystosowanych portów. System ten nie wymaga rozbudowy lub budowy od nowa specjalnych portów lotniczych, tylko stawia na wykorzystanie już istniejących. Korzystanie z systemu point-to-point obniża znacznie czas transportu (brak przesiadek i związanego z tym oczekiwania w hubach), zwiększa częstotliwość przelotów oraz umożliwia bezpośrednie dotarcie na mniejsze lotniska lokalne.²

² J. Hawlena, *Koncepcje organizacji ruchu lotniczego w warunkach rosnącej kongestii transportowej*, *Logistyka* 6/2014

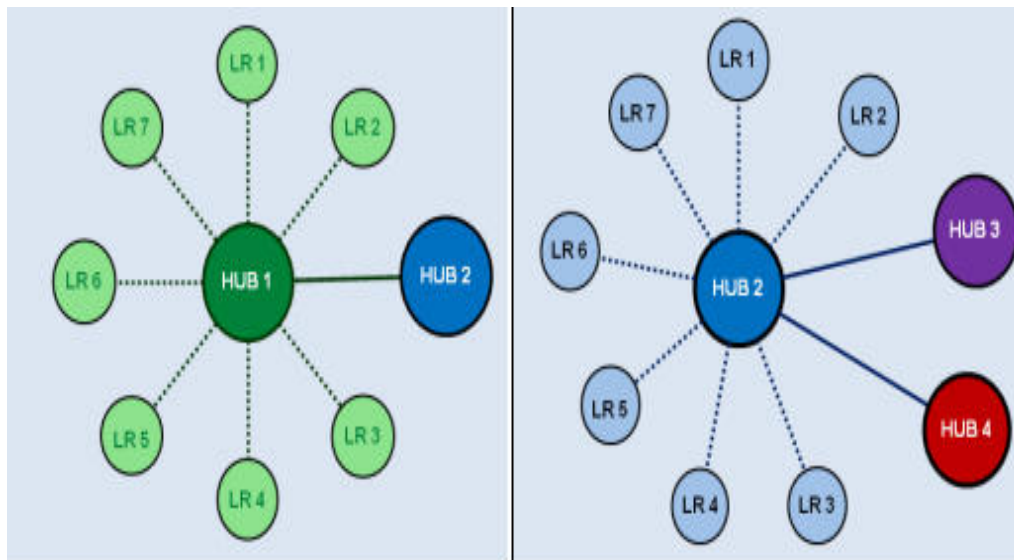


Rysunek 2 System point-to-point (źródło: J. Hawlena, Konceptje organizacji ruchu lotniczego w warunkach rosnącej kongestii transportowej, Logistyka 6/2014)

Koncepcja tego typu jest znacznie bliższa podejściu Airbus'a. Wraz z wprowadzeniem do eksploatacji Airbusa A380, pojawiła się możliwość na rynku przewozów lotniczych rozwoju przewozów pasażerskich opartych na mega hubach i wykorzystaniu maksymalnie możliwej miejsc oferowanych przez danego przewoźnika. System hub-and-spokes opiera się na 3 głównych etapach:

- I. Dowóz pasażerów samolotami małymi i średnimi do portów centralnych (mega huby);
- II. Wykonanie długodystansowego przelotu samolotami wielkogabarytowymi;
- III. Dowóz pasażerów samolotami małymi i średnimi do miejsc docelowych.³

³ J. Hawlena, Konceptje organizacji ruchu lotniczego w warunkach rosnącej kongestii transportowej, Logistyka 6/2014



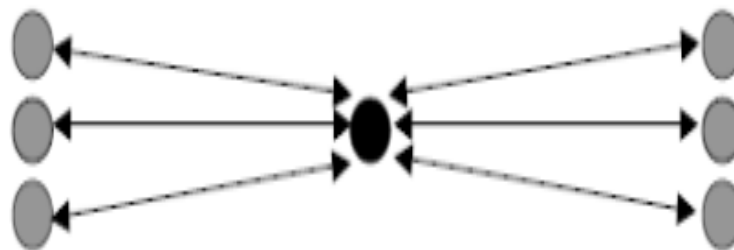
LR - Lotnisko regionalne
 Hub - Lotniczy port przesiadkowy
 Linia przerywana - Transport małymi samolotami
 Linia ciągła - Transport dużymi samolotami

Rysunek 3 System hub-and-spokes

(źródło: J. Hawlena, Koncepcje organizacji ruchu lotniczego w warunkach rosnącej kongestii transportowej, Logistyka 6/2014)

4. Złożone sieci transportowe

Transport służy do przemieszczania osób i towarów z punktu wyjściowego, do punktu docelowego. Składa się on z punktów transportowych, gdzie wyróżnia się punkt początkowy (O origin), punkt końcowy (D destination) oraz węzły (H hubs). System hub-and-spokes zapewnia obsłużenie znacznie większej ilości połączeń, większą częstotliwość przewozów oraz wzrost liczby pasażerów i ładunków. Wykorzystanie jednowęzłowej sieci transportowej typu hub-and-spokes powoduje wzrost intensywności działalności transportowej, co bezpośrednio niweluje negatywne skutki konieczności oczekiwania i transferu pomiędzy kolejnymi punktami podróży.⁴



Rysunek 4 Jednowęzłowa sieć transportowa hub-and-spokes

(źródło: T. E. Notteboom, Bundling of freight flows and hinterland network development, w: R. Konings, H. Priemus, P. Nijkamp, The future of intermodal freight transport operations, technology, design and implementation, Cheltenham, Edward Elgar, 2008)

⁴ D. Bernacki, Sieciowe aspekty działalności transportowej, Instytut Morski w Gdańsku, Logistyka 6/2012

Posiadanie dobrze funkcjonujących sieci transportowych pozwala na kształtowania konsolidacji w przewozach. Jak pokazuje rys. 3 stawia się na tworzenie sieci złożonych, tj. na łączenie połączeń bezpośrednich i pośrednich. Czarny kolor zobrazowuje węzły transportowe. Pozwala to na dogodne rozplanowanie siatki połączeń bezpośrednich, gdzie dogodnie można też zaplanować połączenia złożone z koniecznością przesiadki w hub. Ponadto, w kontekście koncepcji O-D istnieją dwa rodzaje sieci transportowej konsolidującej liniowej (rys. 5-6):

- Z symetrycznym przebiegiem tras przewozu;



Rysunek 5 Sieć transportowa O-D z symetrycznym przebiegiem tras przewozu
(źródło: D. Bernacki, Sieciowe aspekty działalności transportowej, Instytut Morski w Gdańsku, Logistyka 6/2012)

- Z asymetrycznym przebiegiem tras przewozu.⁵



Rysunek 6 Sieć transportowa O-D z asymetrycznym przebiegiem tras przewozu;
źródło: D. Bernacki, Sieciowe aspekty działalności transportowej, Instytut Morski w Gdańsku, Logistyka 6/2012.

Efekt wykorzystania dobrze funkcjonujących sieci transportowych jest wyższa częstotliwość ruchu środków transportu, zatrudnienie na głównych połączeniach dużych środków transportu, optymalizacja floty, rozszerzenie rynków objętych obsługą transportową oraz możliwe doskonalsze wykorzystanie zdolności przewozowych środków transportu.⁶

5. Wpływ rozwoju sieci transportowych na działanie portów lotniczych

Z punktu widzenia sprawnego zarządzania infrastrukturą lotniskową, niewątpliwie znaczenie ma Airport Collaborative Decision Making A-CDM. Jest to proces mający na celu sprawnego i bezpiecznego zarządzania przepływem ruchu lotniczego. Europejski proces A-CDM został utworzony na podstawie Amerykańskiej procesu Collaborative Decision Making CDM, który powstał w styczniu 1998.⁷ Po wprowadzeniu w życie tego procesu, w okresie próbnym opóźnienia w lotach zostały zredukowane o 15%. Wszelkie decyzje są podejmowane na podstawie relacji pomiędzy zainteresowanymi stronami.

⁵ D. Bernacki, Sieciowe aspekty działalności transportowej, Instytut Morski w Gdańsku, Logistyka 6/2012

⁶ D. Bernacki, Sieciowe aspekty działalności transportowej, Instytut Morski w Gdańsku, Logistyka 6/2012

⁷ [https://www.skybrary.aero/index.php/Airport_Collaborative_Decision_Making_\(A-CDM\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Airport_Collaborative_Decision_Making_(A-CDM)) [dostęp 30.11.2019r.]

Proces ten wyróżnia 16 „kamieni milowych”, gdzie każdy z nich odpowiada za zakończenie danego etapu operacji lotniczej (rys. 7).⁸

		PRZYLOT				OBSŁUGA NAZIEMNA								ODLOT	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]
Sprawdzenie spójności danych		Dane radarowe		Wkolewanie		Minimalny Czas Obsługi Naziemnej (ang. Minimum Turnaround Time – MTT)				Zapokładowanie		Wykolewanie			

Rysunek 7 Szesnaście kamieni milowych w procesie A-CDM

(źródło: E. Dudek, M. Kozłowski, Zagadnienie bezpieczeństwa zintegrowanych informacji operacyjnych w porcie lotniczym, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, Logistyka 4/2015)

Etapy lotu i całokształtu obsługi naziemnej z wyszczególnionym czasem realizacji prezentuje się następująco:

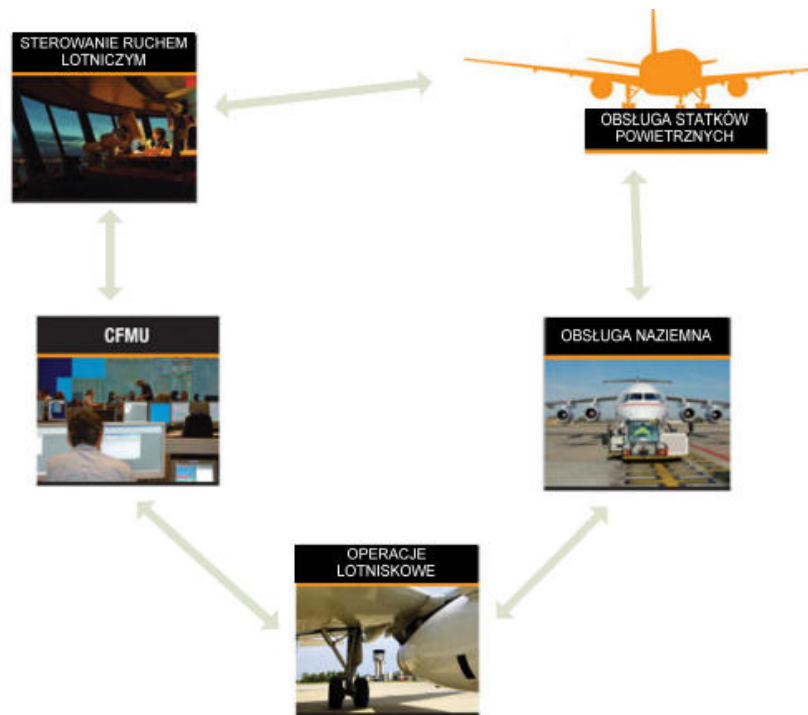
- [1] Złożenie Planu Lotu FPL – 3h;
- [2] Przydzielenie ATFM – Slot – 2h;
- [3] Start z lotniska odlotu ATOT (Actual Take – Off Time);
- [4] Aktualizacja danych radarowych;
- [5] Podejście końcowe;
- [6] Lądowanie ALDT (Actual Landing Time);
- [7] Wejście w bloki AIBT (Actual in Block Time);
- [8] Rozpoczęcie obsługi naziemnej AGHT (Actual Ground Handling Time);
- [9] Ostateczna aktualizacja TOBT (Target Off-Block Time);
- [10] Ustalenie czasu TSAT (Target Start up Approval Time);
- [11] Rozpoczęcie zapokładowania;
- [12] Actual Ready Time ARDT;
- [13] Actual Start up Request Time ASRT;
- [14] Wydanie zezwolenia na start;
- [15] Wyjście z bloku AOBT (Actual Off-Block Time);
- [16] Start ATOT (Actual Take-Off Time).⁹

Parametry operacyjne determinują punktualność realizacji procesów operacyjnych, które powiązane są bezpośrednio z daną operacją lotniczą i obsługą przewozu lotniczego.¹⁰

⁸ E. Dudek, M. Kozłowski, Zagadnienie bezpieczeństwa zintegrowanych informacji operacyjnych w porcie lotniczym, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, Logistyka 4/2015

⁹ E. Dudek, M. Kozłowski, Zagadnienie bezpieczeństwa zintegrowanych informacji operacyjnych w porcie lotniczym, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, Logistyka 4/2015

¹⁰ E. Dudek, M. Kozłowski, Zagadnienie bezpieczeństwa zintegrowanych informacji operacyjnych w porcie lotniczym, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, Logistyka 4/2015



Rysunek 8 Koncepcja A-CDM
(źródło: www.euro-cdm.org)

Poza bezpiecznym przepływem towarów i osób w obrębie lotniska, celem A-CDM jest redukcja opóźnień, zwiększenie możliwości przewidywania wszelkich zdarzeń i optymalne zarządzanie zasobami.¹¹ Jest też jednym z aspektów realizacji utworzenia Jednolitej Europejskiej Przestrzeni Powietrznej SES (ang. Single European Sky).¹²

W procesie A-CDM uczestniczą:

- Air Traffic Control ATC;
- Network Manager Operations Centre NMOC;
- Koordynacja ortu lotniczego KRZ;
- Aircraft Operator AO;
- Ground Handling HG.¹³

6. Podsumowanie

Lotnictwo stało się jednym z bardziej atrakcyjnych środków transportu na przestrzeni lat. Z uwagi na coraz to bardziej rosnące ilości operacji lotniczych, jasnym staje się fakt, że transport lotniczy musi być w jakimś uporządkowanym porządku. Dzięki sieciom transportowym możliwa jest żegluga powietrzna w taki

¹¹ A. Kwasiborska, M. Kozłowski, J. Skorupski, A. Stelmach, Operacyjne i teoretyczne aspekty nowoczesnego zarządzania ruchem lotniczym, Przegląd komunikacyjny 2/2015

¹² E. Dudek, M. Kozłowski, Zagadnienie bezpieczeństwa zintegrowanych informacji operacyjnych w porcie lotniczym, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, Logistyka 4/2015

¹³ M. Okulicz, J. Skorupski, Analiza możliwych przyczyn zakłóceń w przepływie informacji w systemie A-CDM, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, 2018

sposób, by jednocześnie podróż ta była jak to tylko możliwe komfortowa dla pasażera, jednocześnie z pogodzeniem przychodów firmy.

System point-to-point preferowany przez firmę Boeing, jak i hub-and-spokes preferowany przez Airbusa, mają swoje zalety. Pierwszy z nich oferuje jak najszybsze dotarcie do miejsca docelowego, bez konieczności korzystania z hub'ów. Drugi zaś, mimo wykorzystania w swojej siatce połączeń hub'ów, znacznie obniża koszty podróży, daje znacznie większe możliwości kierunków podróży oraz umożliwia większą optymalizację floty. Najlepszym rozwiązaniem w tej sytuacji jest niejako połączenie tych dwóch systemów w jedną sieć transportową, w której wykorzystuje się węzły transportowe. Dzięki temu istnieje możliwość jak najbardziej optymalnego zaplanowania siatki połączeń, gdzie w zależności od miejsca docelowego, dana operacja lotnicza może być w systemie point-to-point, ale również dzięki wykorzystaniu węzłów, może wykorzystać konieczną przesiadkę w hub'ach.

Udoskonalenie siatki połączeń i sposobu wykonywania operacji lotniczych, narzucił konieczność posiadania przez porty lotnicze dobrze funkcjonującego procesu przepływu ruchem lotniczym. Proces A-CDM został wdrożony właśnie w celu udoskonalenia przepływu ruchem lotniczym, w taki sposób by były operacje lotnicze przebiegały sprawnie i bezpiecznie. Proces ten jest wstanie zminimalizować opóźnienia do minimum. W tym celu korzysta z 16 „kamieni milowych”, które zobrazowują główne etapy wchodzące w skład tego procesu.

LITERATURA

1. A. Kwasiborska, M. Kozłowski, J. Skorupski, A. Stelmach, Operacyjne i teoretyczne aspekty nowoczesnego zarządzania ruchem lotniczym, Przegląd komunikacyjny 2/2015
2. A. Ruciński, K. Madej, Polski rynek transportu lotniczego w perspektywie 2030 roku, Studia Oeconomica Posnaniensia, DOI: 10.18559/SOEP.2016.7.1, 2016, vol. 4, no.
3. D. Bernacki, Sieciowe aspekty działalności transportowej, Instytut Morski w Gdańsku, Logistyka 6/2012
4. E. Dudek, M. Kozłowski, Zagadnienie bezpieczeństwa zintegrowanych informacji operacyjnych w porcie lotniczym, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, Logistyka 4/2015
5. E. Grabińska, S. Grabowski, Nowe technologie na rynku przewozów lotniczych, Ekonomiczne Problemy turystyki 2 (34) 2016
6. E. Pijet - Migoń, Zmiany rynku lotniczych przewozów pasażerskich w Polsce po akcesji do unii europejskiej, Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2012
7. J. Hawlena, Koncepcje organizacji ruchu lotniczego w warunkach rosnącej kongestii transportowej, Logistyka 6/2014
8. K. Laprus, Rynek lotniczy na świecie, Kraków 2010
9. M. Okulicz, J. Skorupski, Analiza możliwych przyczyn zakłóceń w przepływie informacji w systemie A-CDM, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, 2018

10. T. E. Notteboom, Bundling of freight flows and hinterland network development, w: R. Konings, H. Priemus, P. Nijkamp, The future of intermodal freight transport operations, technology, design and implementation, Cheltenham, Edward Elgar, 2008
11. <https://data.worldbank.org/indicator/is.air.psgl> [dostęp: 15.11.2019 r.]
12. [https://www.skybrary.aero/index.php/Airport_Collaborative_Decision_Making_\(A-CDM\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Airport_Collaborative_Decision_Making_(A-CDM)) [dostęp 30.11.2019r.]
13. www.euro-cdm.org [dostęp 30.11.2019r.]

Recibido el 3 de diciembre de 2019

SAFETY AND QUALITY IN AVIATION TRAINING WITH VIRTUAL REALITY

[BEZPIECZEŃSTWO I JAKOŚĆ PROWADZONYCH SZKOLEŃ Z WYKORZYSTANIEM WIRTUALNEJ RZECZYWISTOŚCI]

Małgorzata ŻMIGRODZKA*
Katarzyna KOSTUR**
Tomasz BALCERZAK***

ABSTRACT: Recently, virtual reality is a valuable tool for learning in the aviation area. There are still many problems that require further research, especially those related to the awareness of the possible benefits and risks of using new technologies. The basic question relates to the quality of training using virtual tools. The main research problem was included in the question: How can the use of VR in flight training increase the effectiveness of acquired training material. The purpose of this article is to determine whether the use of virtual reality tools is an effective and safe form of education at an aviation academy. To achieve the intended goal, an analysis of the materials available in scientific publications was conducted, as well as a survey of academy students and cadets on the use of VR during classes in the field of security on board aircraft against terrorist acts.

STRESZCZENIE: W ostatnim czasie wirtualna rzeczywistość (VR) jest cennym narzędziem do nauki w obszarze lotniczym. Nadal istnieje wiele problemów, które wymagają dalszych badań, szczególnie związanych ze świadomością możliwych korzyści oraz zagrożeń podczas użytkowania nowych technologii.

* Faculty of National Security and Logistics, Polish Air Force Academy, ul. Dywizjonu 303 no. 35, 08-521 Dęblin, Poland. e-mail: m.zmigrodzka@law.mil.pl.

** Faculty of National Security and Logistics, Polish Air Force Academy, ul. Dywizjonu 303 no. 35, 08-521 Dęblin, Poland. e-mail: k.kostur@law.mil.pl.

*** Faculty of Transport, The Silesian University of Technology, Krasińskiego 13 Street, 40-019 Katowice, Poland. e-mail: tomasz.balcerzak@polsl.pl.

Podstawowe pytanie, jakie przyświeca podjętym rozważaniom, odnosi się do jakości szkoleń z wykorzystaniem wirtualnych narzędzi. Główny problem badawczy został zawarty w pytaniu: W jaki sposób użycie VR w szkoleniach lotniczych może zwiększyć efektywność przyswajanego materiału szkoleniowego. Celem tego artykułu jest ustalenie czy korzystanie z narzędzi wirtualnej rzeczywistości jest skuteczną i bezpieczną formą edukacji w akademii lotniczej. Aby osiągnąć zamierzony cel, dokonano analizy materiałów dostępnych w publikacjach naukowych jak również, przeprowadzono ankietę wśród studentów i kadetów akademii na temat zastosowania VR podczas zajęć w zakresie ochrony pokładu samolotu przed aktami terrorystycznymi.

KEYWORDS: Studies, virtual reality, educational tools, method of teaching, safety, hazard.

SŁOWA KLUCZOWE: nauka, wirtualna rzeczywistość, narzędzia edukacyjne, techniki nauczania, bezpieczeństwo, zagrożenia.

1. Introduction

Aviation leaders are looking for ways to have all the workers to be graduates in aviation area each year. The researchers are looking for possibilities of using an all-enveloping VR headset which create a faster, more effective way to train. Last 5 years with VR tool has proven it as a very good solution in education. Unfortunately, it is generally only kind of support of the traditional undergraduate or training program in aviation.

The Air Education and Training Command program integrates various technologies to train pilots and crew members in an accelerated, cost efficient and learning-focused training environment. Students will still do many of the things they did before but they will have new possibility for creation. For example, they'll still go training to emergency situation in real environment. The pilot cadets will still climb into a hyperbaric chamber so they can experience lack of oxygen in the bloodstream or hypoxia under control medical service.

The emerging technologies are being used to decrease the time and cost of training, without sacrificing depth of learning.

2. What is virtual reality?

Virtual Reality (VR) is a 3D image that was created by the computer. VR can depicts different objects and even entire occurrence. Depending on the concept, virtual reality is based on both elements of the real world and fiction. Jaron Lanier is considered as the creator of Virtual Reality, who together with Steve Bryson, defined the virtual reality in the following words:

"Virtual reality is the way to use computer technology to create an interactive, 3D world, in which objects give the impression of spatial presence".

The analyzes carried out on the development of the virtual technology market show increased interest in simulation services in the military, aviation, medical, mining and education industries. Most of the information from the environment

is collected by the human through the sense of sight, simulations - affecting this sense intensively - give the greatest opportunities in the learning process [1].

The presented research results show that teaching using simulation and multimedia presentations takes less time. Virtual reality will become an increasingly detailed reflection of the physical world, becoming part of it. VR technology allows a better understanding of the training material laid out. It also allows you to visualize the effects of individual actions. Knowledge acquired in this way is absorbed faster and remains in the memory for longer. We can observe dynamic development of VR in education [2].

3. Human competences in VR

Professional competences are understood as the characteristics of a person, enabling efficient performance of professional tasks. The problem of the type and impact of competences has been in the center of attention of labor market researchers for years. Three components are traditionally distinguished in the competences - knowledge, skills and attitudes. Therefore, competence means knowledge about a given activity, the ability to perform it and a set of attitudes determining the high quality of business (e.g. in accordance with the principles of professional ethics, punctual, adequate to customer needs).

Virtual reality has significant use in the military. It is ideal for training soldiers in combat who can practice their habits. You can do this in a safety environment and control all its conditions. The virtual reality solutions are also important in the diagnosis of neurological and psychiatric diseases or rehabilitation after strokes. Tests with using VR, carried out with soldiers who suffer from post-traumatic stress, show that the human brain provide opportunities for rapid regeneration. Introducing VR tools is inevitable. The educational systems needs the new challenge.

4. How is VR used by the military?

VR is used by the military in all three major fields – ground, air and navy forces for flight and battlefield simulations, medical training as well as vehicle simulation.

For example, the British army site shows a 66% increase of interest in professional armed forces training within last year. A virtual program covering 4 scenarios: tank service on the Salisbury Plain, skydiving at the RAF Brize Norton base, climbing the Crib Goch ridge in Wales and combat training at the Salisbury training ground.

The second example is in a classroom at the Armed Forces Reserve Center in Austin, Texas began its VR training experiment with 20 pilot students — 15 officers and five enlisted airmen without college degrees. Thirteen of those students accomplished the course in four months time, which normally takes an entire year.

This example shows that buyers should be more open to the future technology which is a good choice. The main issue is what will be better for use to at study. Commercial off-the-shelf VR headsets, like the Oculus Rift, or chose the VIVE

Pro because its organic light-emitting diode display has the best resolution. The technology is getting better all the time.

In expert opinion VR training is a much less linear way to learn than the traditional model which usually has a set year-long syllabus of one lesson after another that must be followed. But in this method, instructors can match the lessons to each individual student needs. That means, if a student is a natural at one flight technique, but is lacking in another, the instructor can concentrate on the student's deficient skill and not waste time on something he's already good at [3].

Aviation on the modern battlefield is the most effective but the costs of training a military pilot is very expensive. The success of air missions and, as a result, the defense of the country in the air, on land and at sea depends on their training and equipment. Training of a fighter pilot costs from about 6 to 8 million dollars. Most Polish pilots, especially jet aircraft, undergo appropriate training abroad. This is associated with large expenses, with appropriate policy and equipment development. Observing the current situation in the Air Force there is a need to place great emphasis on pilot training using new technologies that are widely used in the world.

5. *Flight deck operations training*

Amongst all kinds of aviation, naval operations stand as some of the most demanding in all aspects, both for the aircraft and personnel involved in their operation. When focusing on personnel, high skills held by flight crews are especially respected, for its job comprises safely returning million-dollar machines to narrow platforms floating in middle of the often rough seas. This kind of flying requires intense specific training which, up to some extent, can be performed in advanced full-motion simulators recreating almost real conditions and, hence, saving large amounts of money.

Nevertheless, in the other side of the maneuver, flight deck crews carry no less responsibility, in charge of providing pilots with instructions, moving and fixing aircraft on the deck, refueling, handling ammunition, etc., as well as the danger inherent in operation. So here comes the main point of the present technology. Unlike pilots, whose environment consists of an enclosed area, where everything needs to perform their critical tasks is at the reach of the hand, flight deck crews are *inside* this outside environment, interacting with it directly with their bodies rather than through flight controls.

Unfortunately, both of these roles involve the same: aircraft operation, and both of them require extensive training in order to assure complete safety. Thus, making flight deck crew training a necessary and expensive issue, as the possibility of skipping the use of real aircraft had never existed until now. The development of virtual reality as a mature technology has to make feasible, to certain extent, the interaction between human and flight deck operations in an advanced way. Immersion in a completely virtual environment, as well as an incipient utilization of other parts of the body thanks to gesture recognition, enables to replace operations involving a real aircraft until the very last stages.

6. Trends in commercial aviation

Many organizations in the aviation training sector are trying to quickly adapt to the challenges of responding to the new commercial aviation participants. Increase in demand means that with the development of the flight crew members, the main problem is with effective training methods in all fields of aviation.

Current EASA initiative is focused on new training principles for virtual reality. Only several companies use VR to aviation simulators. One of them is Czech interactive simulation solutions. The combination of Oculus Rift head displays and Leap Motion controllers with D-BOX seats and motor devices rendering the landscape, that the new BIS simulator takes into incredible virtual sensations such as: every aspect of flight, engine roar and turbulence vibrations. The use of VR is also recommended for the development of tools to support management knowledge. In opinion Nick Careen, IATA's Senior Vice President for Airport, Passenger, Cargo and Security claims, (...) "innovative technology is the key. VR in the learning context increases knowledge retention by as much as four times while improving motivation and engagement (...)". It is proven that approximately 70% of memory from training is lost within the first 24 hours if there is no attempt to retain it ('Forgetting Curve', Herman Ebbinghaus). In training, an effective method of retention is the immediate application and repetition [4]. According to the IATA recommendations described in the White paper document, training can be reduced by 25%, while increasing the retention of knowledge of its training participants 4 times [5]. This is what VR can bring to organization when it is successfully implemented in the training program.

One of example is the successful implementation of VR technology in groundhandling training via the RampVR platform. Fraport Ground Services company has integrated VR training in new and existing employees on the ground. Some of them had a basic course as new employees and about 70 % of the students had a refresher course. Students remembered the procedures far better and retained them for a longer period, which at the end gives an improved performance quality. The ramp environment is noisy and full of frequent obstacles which can disrupt training. The hazards and risks associated with training on the ramp can be reduced in a VR where the trainees remain in a controlled office environment.

The feedback received from all students involved in the project was extremely positive and an ongoing use of the VR tool is very much favored in the future.

The civil aviation has been witnessing strong growth lately. One of the major factors driving this growth is the increased demand for aircraft and more experienced employees. VR is a good market which can help in developing those particular skills among new members of the aviation world.



Fig. 1. Attractive Opportunities in Augmented and Virtual Reality Market in Aviation
(Source: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/ar-vr-aviation-market-230427667.html>, date: 19.11.2019)

The EON Reality the world leader in Virtual and Augmented Reality based knowledge transfer for industry and education. They developed a series of applications for the company that guided both the pre-flight checks on a Boeing 777 and on ground crew procedures for a landing aircraft. These offered modules run on iOS or Android phones and tablets in either 2D or VR modes. Students can get realistic practice of parking a jet at a terminal and actually take the necessary steps to get a 777 ready for take off. Their progress is tracked and sent to a Learning Management System. It is good solution to understand how the students are performing and who needs more practice. VR training allows tracking the students performance, not just the final result. This gives the management a granular view of their activities and can correct problem in procedures before they become bigger. Realism gave in the application is important because it can be to integrated into current training programs. The use of mobile phones and tablets as the device of choice means that the pilot can quickly expand to an enterprise wide solution, as no special hardware will be required [6].

7. VR training in the Air Force University in Dęblin

In Air Force University there are many types of simulators for pilots but in last year Faculty of Aviation Safety implemented new educational tool as VR for training cabin crew in two languages version pl. and en. Students can take the part in safety training on board virtual Airbus A321. Previously they studied only

in the theory and some activity on board of real old Russian aircraft. New technologies bring students close to real working conditions on board an aircraft using in civil aviation.

Four groups of students took part in the research:

- a) civilian study at the Aviation Safety Faculty (under 25 years old, 60 students);
- b) foreign pilot cadets from Aviation Faculty (under 25 years old, 15 students);
- c) mix foreign group navigation and pilots cadets from Estonia, Romania, Greece, Poland (under 25 years old, 12 students);
- d) officer's course of the airport fire fighters (people over 25 years old, 13 persons)

They had two different training to pass. First it was searching of dangerous goods on board of the aircraft and the second one was checking the emergency equipment.

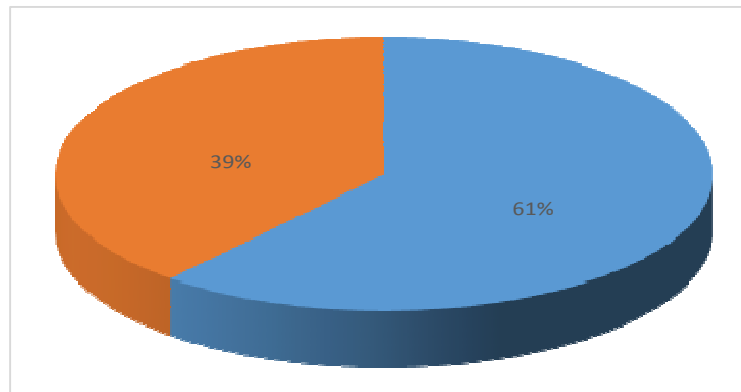


Fig. 2. Students participated actively

A 61% of the participants did not have contact with VR tools beforehand but they worked very actively and they were focused on accomplishing the task. 39% they had some contact with VR but only with games. All of them had a distance because they were afraid of new solutions. They needed some kind of motivation from teacher. The bigger problem was noticed in the group d) because for them the new tools is kind of new challenge. The younger people are more open to new methods of teaching because they have regular contact with computer and IT tools, such as games.

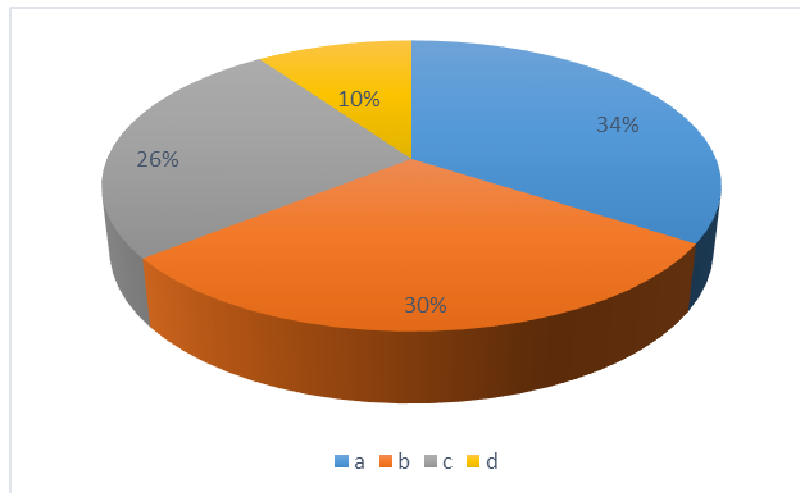


Fig. 3. Quality of completed tasks

Second part of research checked the quality of tasks performed during searching dangerous goods. In the first group a) the students were very serious, most of them had first time contact with aircraft and they were more motivated to achieve the goal because they study at the Aviation Safety Faculty. The problem was with limited time and too many students. The second group b), they represent a special small and closed group, they know each other very well. They did the training very ambitiously and well quality in 30%. The c) group was very experience and good active in this exercise. They were very logical, fast thinking and did the task very precisely in 26 %. The last of the group was d) and there were only few of them who wanted did this exercise very well what gave only 10 % quality.

Conclusion of this research is that the result of using VR in education depends on group of people who is it dedicated to. A lot of them have a problem when they put the googles on their head and then they lose the eye contact but still can hear the rest of the group.

All groups have particularly positive feelings about the feasibility of building functions of various devices connected on board. Percentage of their feelings are presented in Chart 3. Possibilities of opening traps and controlling emergency equipment with marking on virtual cards were good experience and meeting expectations in performed tasks.

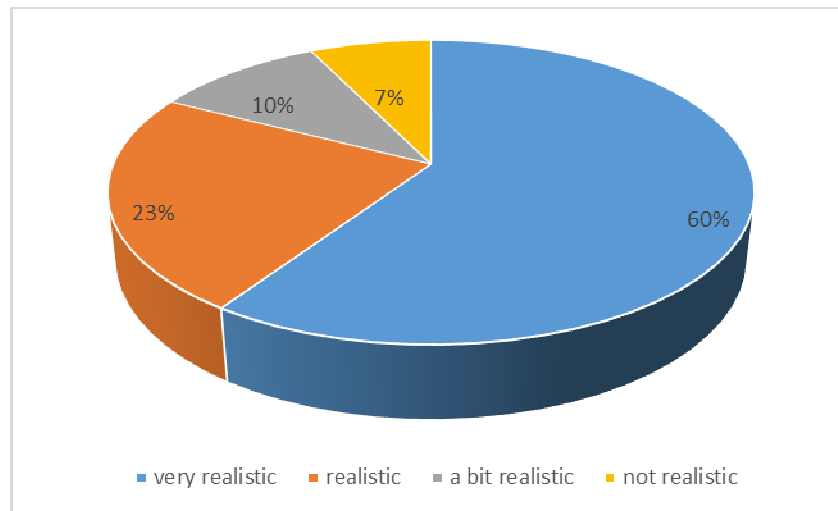


Fig. 4 How realistic was the VR session

The flight crew safety procedures includes the *cabin sweep*, which means checking the security of the deck consists of the available seats on the aircraft that can potentially be used to place hazardous materials. *Cabin sweep* is performed by the flight crew as soon as they board the plane and when they leave the board. This is one of the procedures at airlines to improve the quality of safety. These procedures are associated with the control of emergency equipment, divided into sections. After completing the *cabin sweep*, crew members give the report to the head of the deck, who passes it to captain.

Cabin Sweep procedures should be made [7]:

- in the passenger compartment, space under the seats, tables, pockets and exactly where the life jackets are placed.
- around exits.
- spaces in buffets, places next to the door, around the jumpseat, waste containers, storage compartments, spaces behind catering trolleys
- in toilets - all storage spaces.

The new project also is developing in other modules as fire fighting and ditching [8].

The main response in this work is safety on board. On the course the cabin crew practice all safety and emergency procedures. It can be more effective if they use the VR tools in this case. The work is divided into several tasks to be carried out, modeled on procedures in the airlines. It is very important for students to be well prepared for work in the aviation area. In the research the quality of conducted classes using VR the author founded the benefits and disadvantages in the education technique. Virtual reality is changing the way train the students and employed through these advantages [9]:

- gives positive economic aspect and easy access to the aircraft cabin (laboratory),
- safety environment in activity

- awareness of the tasks performed
- increased productivity
- saves time and money with remote learning
- works for various learning styles
- makes training enjoyable and engaging

Civilian and military students took part in this experiment. Many of them focused on the quick effect, but sometimes there were problems with the VR program working, which frustrated them. New technology for global scale, often do not yet meet the needs of the market. However, the development of new solutions is dynamic and we can expect for quick results. Of course some of them had problems with orientation in natural environment and with VR sickness". The research result is that new technology needs more human work to improve training techniques with the virtual world. The difference between virtual reality scenarios and traditional simulations is the sense of immersion. The virtual environments also make possible training with hazardous materials or dangerous situations as aircraft-failure, without being in a real danger. Virtual reality is still an emerging tool for enterprise and academy learning. This is a good direction that requires greater commitment from science and industry.

8. Conclusions

VR gives great possibility in the field of education, especially useful for: providing real experiences influencing the student's creativity as well as the ability to visualize difficult emergency environment. Students have an easy way to gain very important practical knowledge in the aviation safety area. The modern University and flight companies have in offer traditional and modern VR training program. They achieve better work results and economic profits. New era in training system is cooperating with new technology, it is the main direction in educational field. The first aim is safety environment for students.

REFERENCES

1. William R., Sherman A., Craig B., *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*, USA, 2003.
2. Żmigrodzka M., *Development of virtual reality technology in the aspect of educational applications*, Minib, ILOT, 2017.
3. <https://www.airforcetimes.com/news/your-air-force/2018/09/30/the-air-force-is-revolutionizing-the-way-airmen-learn-to-be-aviators/>
4. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/how-vr-training-learning-can-improve-outcomes.html?id=us:2sm:3tw:4di4683::6di:20180817175926:&linkId=55685152>

5. White paper, *What Virtual Reality (VR) means for Ground Operations*, IATA 2019.
6. <https://eonreality.com/portfolio-items/ground-crew-vr-training/>
7. Manual for crew members, Centralwings, 2005 r.
8. *Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation* (Doc 9756)
9. M. Żmigrodzka, K. Kostur Balcerzak, *Measuring the Power of VR Education*, in *Transport Means* 2019 r.

Recibido el 12 de diciembre de 2019