

WSPÓŁPRACA PONADEUROPEJSKA W OBSZARZE LOTNICTWA W ŚWIETLE REALIZACJI CELÓW AGENDY FLIGHTPATH 2050

ANDRZEJ MAJKA

*Politechnika Rzeszowska, Katedra Inżynierii Lotniczej i Kosmicznej, Rzeszów, oraz
INNpuls Sp. z o.o., Rzeszów
e-mail: andrzej.majka@prz.edu.pl*

PAWEŁ WACNIK

*INNpuls Sp. z o.o., Rzeszów
e-mail: pwacnik@innpuls.pl*

Europa wkracza w nową erę rozwoju, która definiuje nowe wyzwania wynikające z rozwoju technologicznego, zwiększonej mobilności ludzi i globalizacji zmian. Efektem tych zmian są szanse, ale także ryzyko związane z tymi zmianami. Transport lotniczy oraz przemysł pracujący na jego potrzeby, ze względu na swoją specyfikę wynikającą z najbardziej zaawansowanego poziomu rozwoju technicznego oraz olbrzymiego znaczenia w gospodarce, jest szczególnie wrażliwy i podatny na wpływ warunków rozwoju. Jednym z narzędzi wspomagających proces rozwoju branży lotniczej jest długoterminowa wizja rozwoju tego sektora. Wspólna wizja rozwoju sektora lotniczego została opracowana przez Komisję Europejską z wiodącą rolą Rady Doradczej ds. Badań Aeronautycznych w Europie (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe, ACARE) i opublikowana w raporcie Flightpath 2050. W artykule dokonano analizy stanu współpracy krajów europejskich z innymi krajami świata w najważniejszych obszarach związanych z rozwojem transportu lotniczego, takich jak zarządzanie ruchem lotniczym (ATM), bezpieczeństwo, certyfikacja środków transportu lotniczego oraz ich wpływ na środowisko naturalne, w kontekście realizacji wspólnych celów zidentyfikowanych w raporcie Flightpath 2050, prezentującym wizję rozwoju lotnictwa i transportu lotniczego w Europie.

1. Wstęp

Europa weszła w nową erę rozwoju, która tworzy nowe wyzwania wynikające z rozwoju technicznego, wzrostu mobilności ludzi i globalizacji zmian. Efektem tych przemian są szanse, ale i zagrożenia towarzyszące tym zmianom. Jednym z najważniejszych obszarów życia społeczno-gospodarczego jest transport, który w szczególnie wyrazisty sposób koncentruje w sobie wszystkie skutki zachodzących obecnie zmian. Transport lotniczy, ze względu na swoją specyfikę wynikającą z najbardziej zaawansowanego poziomu rozwoju technicznego oraz olbrzymiego znaczenia w gospodarce, jest szczególnie wrażliwy i podatny na wpływ warunków rozwoju. Transport lotniczy oraz przemysł pracujący na jego potrzeby ma również wielkie znaczenie społeczno-polityczne, zapewniając światową dominację krajom o najwyższym poziomie jego rozwoju.

Europejski transport lotniczy oraz przemysł pracujący na jego potrzeby znajdują się pod silnym oddziaływaniem efektów globalizacji, ciągłej potrzeby innowacyjności oraz konkurencyjności, również tej związanej z tworzeniem się nowych rynków. Niesie to za sobą zagrożenia dla rozwoju zrównoważonej mobilności oraz gospodarki ze względu na ryzyko likwidacji milionów miejsc pracy i utratę miliardów euro przychodów. Badania naukowe i innowacje mają kluczowe znaczenie dla utrzymania europejskiej przewagi i konkurencyjności, a jednym z narzędzi wspomagających ten proces jest długoterminowa wizja rozwoju tego sektora. Wspólna wizja rozwoju sektora lotniczego została opracowana przez Komisję Europejską z wiodącą rolą Rady Doradczej

ds. Badań Aeronautycznych w Europie (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe, ACARE) i opublikowana w raporcie Flightpath 2050.

Plan rozwoju lotnictwa cywilnego Flightpath 2050 został opublikowany w 2011 roku. W agencji sformułowano 23 cele główne, których realizacja powinna zapewnić osiągnięcie zrównoważonego i konkurencyjnego rozwoju sektora lotniczego w Europie. Obecnie PARE (Perspectives for Aeronautical Research in Europe), europejska inicjatywa finansowana z programu Horyzont 2020 (GA nr 769220) ocenia aktualność, postęp, luki i bariery w osiąganiu celów ACARE. Sformułowane wnioski w formie rekomendacji zawierają propozycje odpowiednich działań w celu uzupełnienia pozostałych luk i mogą być czynnikiem sprzyjającym współpracy europejskich interesariuszy w realizacji celów strategicznych Flightpath 2050 [12].

W projekcie PARE przeanalizowano postęp w realizacji 23 celów agencji Flightpath 2050, formułując 35 uzupełniające cele PARE, wspierających cele ACARE i opracowano zalecenia na podstawie wyciągniętych wniosków. Podsumowując, w projekcie PARE sformułowano „68 rekomendacji PARE dotyczących lotnictwa cywilnego w programie Horyzont 2020”, łącząc cele ACARE i cele PARE [12].

Transport lotniczy oraz przemysł lotniczy posiadają globalny charakter, zarówno z punktu widzenia oddziaływania na otoczenie społeczno-gospodarcze, jak i na środowisko naturalne. Dlatego analiza zmian na rynku przewozów lotniczych oraz w jego otoczeniu przemysłowym musi uwzględniać zarówno konkurencję, jak i kooperację w skali całego świata, ukierunkowane na osiągnięcie zakładanych celów w zakresie efektywności i bezpieczeństwa. W szczególności kooperacja musi uwzględniać takie czynniki jak specyfika europejskiego rynku transportowego związana z lokalizacją dużej liczby lotnisk na stosunkowo małym obszarze oraz dużym zagęszczeniem ruchu lotniczego, a także jak specyfika rynku gospodarczego, z której wynika kondycja przemysłu lotniczego w Europie.

Transport lotniczy jest najnowocześniejszą i najbardziej dynamicznie rozwijającą się gałęzią transportu. Jego rozwój wymaga jednak angażowania olbrzymich nakładów finansowych, co jest efektem wykorzystywania bardzo zaawansowanych technologicznie, a co za tym idzie i bardzo drogich systemów składowych. Jednak największa obecnie prędkość komunikacyjna, niewielka presja na środowisko naturalne oraz stosunkowo wysoki poziom bezpieczeństwa sprawiają, że trend rozwoju transportu lotniczego zostanie w najbliższych latach utrzymany na podobnym poziomie. Chwilowe problemy będące wynikiem oddziaływania pandemii COVID-19 spowodują spowolnienie rozwoju, jednak nie powinny odwrócić tego trendu [2], [5], [7].

Europa jest bardzo istotnym partnerem światowego rynku lotniczego co potwierdzają dane zawarte w tabeli 1 [1], [2], [5], [7].

Tabela 1. Kluczowe dane potwierdzające istotny udział europejskiego rynku lotniczego w rynku światowym [1], [2], [5], [6]

Obszar rynku	Świat	Europa (UE)
Miejsca pracy generowane przez sektor lotniczy	65,5 mln	12,2 (9,4) mln
Roczna liczba przewiezionych pasażerów	4,1 mld	1 (0,8) mld
Roczna liczba lotów rozkładowych	41,9 mln	9,6 mln
Liczba linii lotniczych	1303	363 (224)
Liczba lotnisk komunikacyjnych	3759	671 (431)
Liczba dostawców usług nawigacji lotniczej	170	44
Liczba użytkowanych samolotów pasażerskich	31 717	6934 (5025)
Ilość paliwa zużywanego przez samoloty pasażerskie	275 mln ton	52 mln ton
Roczna ilość CO ₂ emitowanego przez transport lotniczy	859 mln ton	163 mln ton

Globalny charakter transportu lotniczego i wszystkich podmiotów działających na jego potrzeby sprawia, że istnieje kilka obszarów rynku lotniczego, które są przedmiotem wspólnego za-

interesowania społeczności światowej, a także reprezentujących je rządów i instytucji krajowych i międzynarodowych. Wśród najważniejszych sfer wspólnego zainteresowania należy wymienić edukację, badania i rozwój, przemysł lotniczy, lotnicze firmy przewozowe, infrastrukturę transportową, dostawców usług nawigacyjnych (ANSP) oraz systemem zarządzania ruchem lotniczym (ATM). Część z tych obszarów, w istotny sposób wpływających na bezpieczeństwo i ekologię w skali globalnej, wymaga ściślejszej współpracy międzynarodowej w celu określenia zharmonizowanych zasad zarządzania ruchem lotniczym oraz certyfikacji sprzętu lotniczego, a także podejmowania wspólnych wysiłków ukierunkowanych na zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania transportu i przemysłu lotniczego na środowisko naturalne, oraz na poprawę bezpieczeństwa i ochrony lotnictwa.

W artykule dokonano analizy stanu współpracy krajów Europy z innymi krajami świata w najważniejszych obszarach dla transportu lotniczego, takich jak: ATM, certyfikacja samolotów, wpływ transportu lotniczego na środowisko naturalne i bezpieczeństwo. Przeanalizowano również stan osiągania wspólnych celów, uwzględniając kierunki rozwoju transportu lotniczego i przemysłu lotniczego w Europie, określonych w planie Flightpath 2050.

Zaprezentowane dane i sformułowane wnioski dotyczą stanu i prognoz rozwoju transportu lotniczego sporządzonych przed wybuchem pandemii COVID-19. Wpływ pandemii na rozwój transportu lotniczego i przemysłu pracującego na jego potrzeby będzie zależał od wielu czynników, z których termin opracowania i skuteczność szczepionki na wirusa COVID-19 jest jednym z najważniejszych. Najbardziej optymistyczne scenariusze zakładają, że powrót ruchu lotniczego do poziomu sprzed pandemii nastąpi najwcześniej w 2024 r. Należy się więc spodziewać porównywalnego opóźnienia w realizacji celów ACARE, wynikającego z pandemii COVID-19 [2].

2. Bezpieczny i zrównoważony transport

Zgodnie z założeniami agendy Flightpath 2050 w przyszłości najważniejsze będą potrzeby pasażerów. Transport lotniczy stanie się zintegrowanym elementem rozproszonego systemu intermodalnego, który będzie umożliwiał bezproblemowy i energooszczędny przewóz podróżnych i ich bagażu od drzwi do drzwi, bezpiecznie, tanio, szybko, płynnie, przewidywalnie i bez zakłóceń. Oferowany będzie wybór spersonalizowanych produktów i usług, zapewniających wysoki poziom udogodnień, jakości i komfortu na pokładzie samolotu, przy minimalnym czasie podróży i jak najniższej cenie [12].

Powyższa idea zostanie osiągnięta, jeżeli uda się zrealizować następujące cele szczegółowe sformułowane w planie Flightpath 2050 [12]:

- podróżni będą mogli korzystać z szeroko dostępnego, przystępnego cenowo, szybkiego i bezpiecznego systemu transportu intermodalnego wykorzystującego samoloty, wspomaganego odpowiednimi systemami informatycznymi,
- 90% podróżnych w Europie będzie w stanie zakończyć podróż od drzwi do drzwi w ciągu 4 godzin,
- opóźnienia lotów nie przekroczą 1 minuty,
- powstanie system zarządzania ruchem lotniczym, który zapewni szereg usług obsługujących co najmniej 25 milionów lotów rocznie, wszystkich typów statków powietrznych (stałopłatów, wiropłatów) i systemów załogowych i bezzałogowych, które będą zintegrowane z całym systemem transportu lotniczego z 24-godzinnym funkcjonowaniem portów lotniczych,
- rozwinięta zostanie spójna infrastruktura naziemna, w tym porty lotnicze i heliporty wraz z odpowiednimi urządzeniami obsługowymi i systemami komunikacyjnymi, zintegrowane z innymi środkami transportu.

Realizacja części celów nie musi wymagać współpracy międzynarodowej, szczególnie na poziomie ogólnoświatowym. Jednak zapewnienie zrównoważonego rozwoju transportu lotniczego, charakteryzującego się wysokim poziomem efektywności i bezpieczeństwa, wymaga współpracy ogólnoświatowej koordynowanej przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO). ICAO koordynuje działania na poziomie globalnym w pięciu obszarach kompleksowych celów strategicznych [8]:

- poprawa globalnego bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego,
- zwiększenie przepustowości i poprawa efektywności globalnego systemu lotnictwa cywilnego,
- wzmocnienie globalnego bezpieczeństwa i ułatwień w lotnictwie cywilnym,
- wspieranie rozwoju opłacalnego ekonomicznie systemu lotnictwa cywilnego, na uczciwych zasadach konkurencyjności,
- minimalizacja niekorzystnych skutków działalności lotnictwa cywilnego na środowisko naturalne.

Na niższym poziomie cele ICAO są realizowane przez organizacje krajowe i ponadnarodowe [7]. W Europie organizacją ponadnarodową jest Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA). Najważniejsze cele realizowane przez EASA to [4]:

- zapewnienie najwyższego wspólnego poziomu bezpieczeństwa obywateli UE,
- zapewnienie najwyższego powszechnego poziomu ochrony środowiska,
- zapewnienie jednolitego procesu regulacyjnego i certyfikacyjnego w państwach członkowskich,
- otwarcie wewnętrznego jednolitego rynku lotniczego i stworzenie równych szans,
- współpraca z innymi międzynarodowymi organizacjami lotniczymi i organami regulacyjnymi.

Ponieważ europejski system transportu lotniczego jest częścią globalnej sieci transportowej, jego rozwój musi uwzględniać współpracę z innymi pozaeuropejskimi krajami, w celu osiągnięcia zrównoważonego rozwoju w obszarach określonych przez ICAO. Również wizja rozwoju sektora lotniczego w Europie, która powstała w ramach prac High Level Group on Aviation Research, z główną rolą ACARE, jest zgodna z celami ICAO, biorąc pod uwagę ambicje i plany rozwoju największych aktorów europejskiego sektora lotniczego.

2.1. Poprawa systemu ATM w Europie

System transportowy Europy zdeterminowany jest jej przeszłością historyczną. Do drugiej wojny światowej Europę stanowiło szereg niezależnych państw, niezwiązanych ze sobą gospodarczo ani politycznie. Obecnie jednak jest to związek gospodarczo-polityczny 27 demokratycznych państw, stanowiących wspólnotę na mocy Traktatu o Unii Europejskiej. Za zjednoczeniem gospodarczo-politycznym podąża również integracja systemów transportowych, w tym systemu transportu lotniczego.

Mimo zakrojonych na bardzo szeroką skalę działań nie udało się rozwiązać większości problemów wynikających z rozwoju systemu transportu lotniczego w tak złożonym środowisku, jakim jest obszar Europy, a w szczególności Unii Europejskiej. W Europie system zarządzania przestrzenią powietrzną oraz ruchem lotniczym (ang. ATM — Air Traffic Management) jest cząstkowy, rozdrobniony i zdominowany przez krajowe podmioty posiadające monopol na świadczenie usług w zakresie ATM. Niska wydajności systemu wynika z funkcjonalnego podziału przestrzeni powietrznej według granic państwowych, który w pewnym zakresie nadal obowiązuje. Graniczny podział przestrzeni powietrznej spowodował, że europejski system ATM stanowi swoistą mozaikę krajowych systemów ATM.

Problemy te nie były bardzo palące przy mniejszej intensywności ruchu lotniczego, lecz planowany wzrost liczby lotów do 25 mln w 2050 roku wymaga podjęcia zdecydowanych działań w kierunku zniesienia barier wynikających z niskiej efektywności systemów ATC i ATM. Podjęta została więc inicjatywa stworzenia „wspólnego nieba” nad Europą (Single European Sky – SES), która została zainicjowana przez Komisję Europejską na początku XXI wieku. Technologicznym filarem SES stał się program SESAR (Single European Sky ATM Research), obecnie kontynuowany w ramach SESAR 2020, mający na celu opracowanie rozwiązań prowadzących do [13]:

- trzykrotnego zwiększenia przepustowości,
- poprawy wskaźników bezpieczeństwa,
- 10% redukcji negatywnego wpływu lotnictwa na środowisko naturalne,
- 50% redukcji kosztów ATM (do poziomu porównywalnego z kosztami w USA).

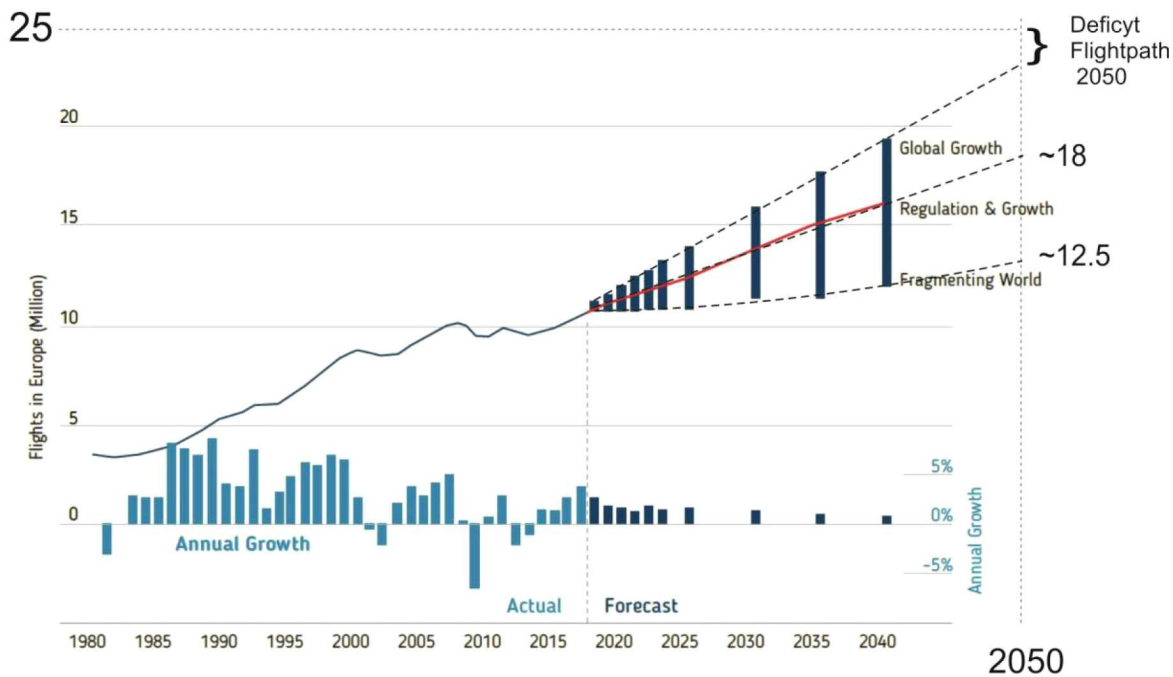
Prace realizowane w ramach programu SESAR muszą być skoordynowane w skali całego świata, ze względu na globalny charakter ruchu lotniczego i przenikanie się różnych systemów obowiązujących w różnych jego częściach. Działania europejskie wynikają między innymi z wysiłków ICAO ukierunkowanych na zaspokojenie potrzeb międzynarodowego lotnictwa cywilnego, mających na celu koordynację światowych procesów planowania w celu wsparcia globalnego systemu zarządzania ruchem lotniczym (ATM). ICAO opracowała Globalny Plan Nawigacji Powietrznej (GANP) dla systemów CNS/ATM, z uwzględnieniem koncepcji operacyjnej i strategicznych celów ICAO na podstawie planu rozwoju przemysłu będącego efektem prac realizowanych w ramach następnego konferencji żeglugi powietrznej [7]. Dzięki temu obecnie realizowane programy poprawy systemów nawigacji lotniczej przez część państw członkowskich ICAO (SESAR w Europie; NextGen w Stanach Zjednoczonych; CARATS w Japonii; SIRIUS w Brazylii i inne w Kanadzie, Chinach, Indiach i Federacji Rosyjskiej) są zgodne z głównymi celami GANP [7].

NextGen i SESAR, dwa z najbardziej znaczących programów modernizacji lotnictwa cywilnego na świecie, mają wspólny interes w harmonizacji działań, który jest sposobem zapewnienia pełnej interoperacyjności. Obie inicjatywy zidentyfikowały wspólne wyzwania i przyjęły podejście do modernizacji oparte na uzyskiwanych wynikach. Powszechnie wiadomo i jest to akceptowane, że systemy nie mogą być całkowicie identyczne. Jednak harmonizacja jest konieczna, aby [11], [13]:

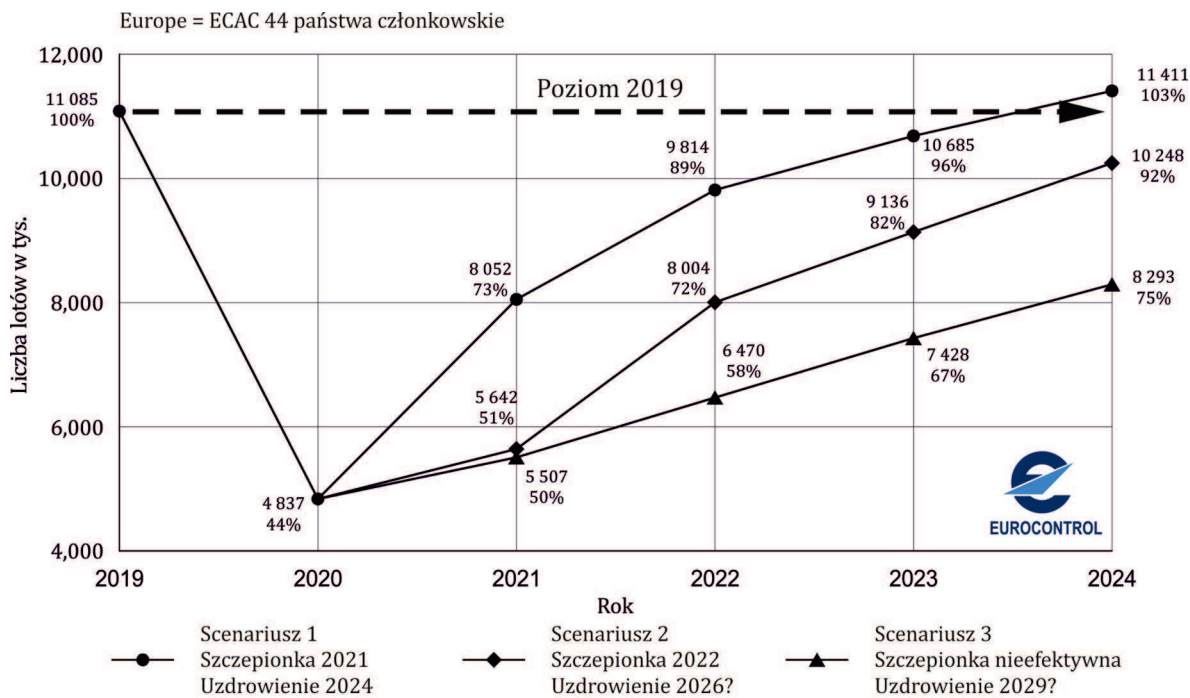
- zapewnić płynną obsługę lotów i samolotów w różnych systemach,
- zapewnić dostępność wspólnych norm w razie potrzeby,
- minimalizować koszty i identyfikować synergie poprzez dzielenie się wynikami i zaangażowaniem.

Wdrożenie rozwiązań opracowanych w ramach programu SESAR oraz SESAR 2020 zwiększy przepustowość europejskiej przestrzeni powietrznej, umożliwiając roczny wzrost liczby lotów IFR do 19,5 mln w 2040 roku (rys. 1) [3]. Da to szansę na uzyskanie liczby lotów w 2050 roku nieznacznie mniejszej od 25 mln. Wymaga to jednak współdziałania krajów w skali całego świata. Scenariusz Global Growth oparty na wzroście technologicznym zakłada silny wzrost gospodarczy w coraz bardziej zglobalizowanym świecie oraz łagodzenie skutków wyzwań związanych ze zrównoważonym rozwojem, takich jak problemy środowiskowe lub dostępność zasobów dzięki wdrożonej technologii.

W przypadku pozostałych scenariuszy zakłada się umiarkowany wzrost gospodarczy, obejmujący regulacje godzące wymagania środowiskowe, społeczne i gospodarcze w celu rozwiązania rosnących globalnych obaw dotyczących zrównoważonego rozwoju (najbardziej prawdopodobny scenariusz – Regulation & Growth). Zakłada się też narastające napięcia między regionami, z większymi zagrożeniami dla bezpieczeństwa, wyższymi cenami paliw, ograniczoną integracją handlową i transportową oraz efektem domina wynikającym ze słabszych gospodarek (Fragmenting World). W chwili obecnej kryzys transportowy spowodowany pandemią oraz prognozy



Rys. 1. Długoterminowa prognoza ruchu IFR w Europie z określeniem deficytu liczby lotów w stosunku do planu Flightpath 2050 [2], [9]



Rys. 2. Prognoza wychodzenia z kryzysu spowodowanego pandemią COVID-19 w zależności od terminu pojawienia się i skuteczności szczepionki [2]

powrotu do sytuacji sprzed pandemii (rys. 2) dają podstawę do stwierdzenia, że cel planu Flightpath 2050 w obszarze liczby lotów z pewnością nie zostanie osiągnięty. Stanie się to nie tylko z powodu spowolnienia rozwoju gospodarczego świata, ale głównie w wyniku oddziaływania pandemii COVID-19 [2].

Sformułowane zalecenia PARE mogące wpłynąć na większą skuteczność realizacji celów agendy Flightpath 2050 są następujące [12]:

- należy kontynuować szeroko zakrojone i pogłębione wysiłki badawcze dotyczące wszystkich aspektów zarządzania ruchem lotniczym (ATM), które mogą przyczynić się do zwiększenia przepustowości przestrzeni powietrznej przy równym lub większym poziomie bezpieczeństwa,
- przepustowość ruchu lotniczego musi wzrastać wraz z niemalejącym poziomem bezpieczeństwa, aby dostosować się do bezpiecznego wzrostu ruchu załogowego i bezzałogowego, bez wzrostu opóźnień.

2.2. Wpływ transportu lotniczego na środowisko naturalne

Cały transport, w tym transport lotniczy, powoduje degradację środowiska naturalnego i ma negatywny wpływ na ludzi. Wpływ lotnictwa na środowisko naturalne można rozpatrywać na dwóch poziomach: lokalnie jako emisja substancji szkodliwych i hałas w pobliżu lotnisk oraz globalnie jako rozproszone w atmosferze emisje substancji szkodliwych podczas lotu. Lotnictwo w niewielkim stopniu (ok. 3,5%) przyczynia się do globalnego zanieczyszczenia środowiska spowodowanego działalnością człowieka, ale jego oddziaływanie jest wyjątkowo niekorzystne lokalnie na terenach lotnisk. Najważniejszymi zagrożeniami wynikającymi z funkcjonowania lotnisk są: emisja hałasu i zanieczyszczenie powietrza, w tym niekorzystne zmiany klimatyczne, zarówno w skali globalnej jak i lokalnej. Cele ograniczenia wpływu na środowisko naturalne mogą być zgodne lub przeciwstawne na poziomie lokalnym lub globalnym.

Oddziaływanie transportu lotniczego na środowisko naturalne analizowane na poziomie lokalnym związane jest głównie z hałasem generowanym przez startujące i lądujące samoloty. Na poziomie regionalnym szkodliwe oddziaływanie lotnictwa związane jest z zanieczyszczeniem powietrza chemikaliami reaktywnymi występującymi w pobliżu miejsca ich emisji. W skali globalnej, w związku z rosnącą liczbą lotów, na całym globie zachodzą zmiany klimatyczne związane z migracją zanieczyszczeń składających się ze związków o małej reaktywności, wprowadzanych do środowiska na wysokościach przelotowych, na pograniczu troposfery i stratosfery.

Emisja zanieczyszczeń jest wynikiem spalania paliwa lotniczego, a jej poziom zależy od jakości paliwa i procesu spalania. Podstawowym paliwem stosowanym w nowoczesnych cywilnych statkach powietrznych jest nafta lotnicza. To tani produkt destylacji ropy naftowej, nie wymagający rafinacji, dzięki czemu zyskał popularność w lotnictwie. Paliwo to posiada najniższy punkt zamarzania spośród wszystkich paliw (poniżej minus 50°C) oraz właściwości ułatwiające rozruch zimnego silnika, dzięki czemu jest bezpieczny w eksploatacji w zimnym klimacie. Typowe spaliny z silników lotniczych zawierają 4 składniki: azot (N_2), tlen (O_2), dwutlenek węgla (CO_2) i parę wodną. Ponadto niewielka objętość spalin składa się z mieszaniny tlenku węgla (CO) i niespalonych węglowodorów (UHC). W efekcie powstają tlenki azotu (N_2O , NO, NO_2 – dalej $NyOx$), które powodują powstawanie ozonu i smogu fotochemicznego. Emisja $NyOx$ i innych zanieczyszczeń może być ograniczona przy zachowaniu stechiometrycznych warunków spalania w odpowiednio niskiej temperaturze, poniżej 800°C. Nie są jednak możliwe częste zmiany poziomu mocy silnika, zwłaszcza w początkowej i końcowej fazie lotu oraz zapewnienie wysokiej temperatury niezbędnej do stabilnego spalania.

Samoloty startujące i lądujące są źródłem hałasu, który zgodnie z obowiązującymi przepisami uznawany jest za zanieczyszczenie środowiska. Podobnie jak zanieczyszczenie chemiczne, przekroczenie dopuszczalnych norm poziomu hałasu ma negatywny wpływ na otoczenie i jego mieszkańców. Startujący samolot wytwarza hałas na poziomie około 120 dB, blisko progu bólu (130 dB). Podejmowano próby ograniczenia emisji hałasu poprzez wymuszenie zmniejszenia ciągu silników lotniczych podczas przelotów nad obszarami zaludnionymi oraz wprowadzenie strefy zakazu lotów (np. nad parkami narodowymi). Uzyskany efekt ekologiczny nie równoważy jednak rosnącej liczby lotów.

Hałas ma negatywny wpływ na zdrowie osób mieszkających w pobliżu lotnisk. Ten wpływ na zdrowie ludzi można podzielić na słuchowe skutki zdrowotne i inne niż słuchowe skutki zdrowotne. Wpływ na zdrowie narządu słuchu obejmuje postępującą utratę słuchu połączoną z uszkodzeniami ucha wewnętrznego. Jednak pozasłuchowe skutki zdrowotne to przede wszystkim choroby układu krążenia (takie jak nadciśnienie, choroba wieńcowa). Długotrwałe narażenie mieszkańców na ciągły hałas prowadzi do wystąpienia nerwic, zaburzeń snu i niskiej efektywnej aktywności intelektualnej. Udowodniono, że osoby mieszkające w pobliżu lotnisk ponoszą konsekwencje zdrowotne przeliczane na setki dolarów na mieszkańca, na rok. Dla przykładowego lotniska obsługującego ponad 400 000 operacji rocznie, w obszarze oddziaływania lotniska całkowite roczne szkody w środowisku wahają się od 290 USD na osobę do 1200 USD na osobę (średnio 860 USD) [15].

Cel agendy ACARE dotyczący wpływu transportu lotniczego na środowisko naturalne został sformułowany następująco [12]:

W 2050 r. dostępne technologie i procedury pozwolą na 75% redukcję emisji CO₂ na pasażerokilometr i 90% redukcję emisji NO_x. Odczuwalna emisja hałasu lecącego samolotu będzie pomniejszona o 65%. Wielkości te zostały odniesione do charakterystyk typowych samolotów z 2000 roku.

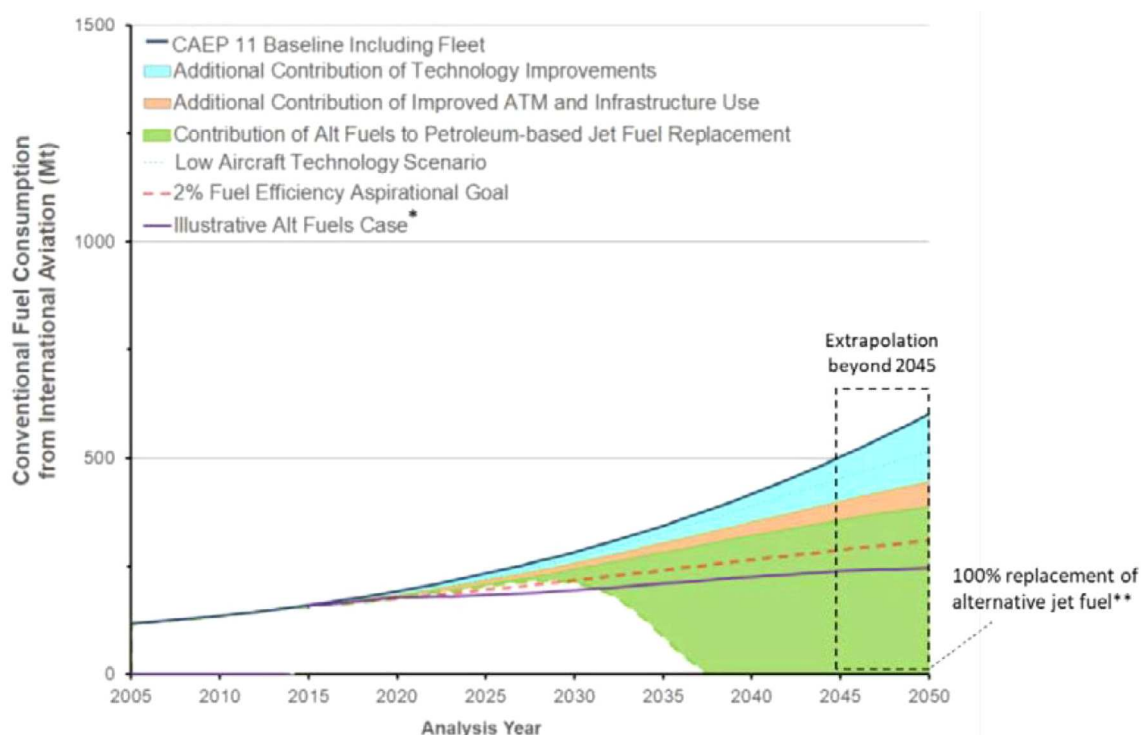
Regulacje ICAO dotyczące hałasu od dawna są standardem na świecie, chociaż lokalne porty lotnicze mogą stosować surowsze normy, na ignorowanie których producenci statków powietrznych nie mogą sobie pozwolić. Idealnym rozwiązaniem byłby jeden standard hałasu, który można by zastosować na całym świecie. Jeśli chodzi o emisje, podobnie jak inne aspekty globalnego ocieplenia i zmiany klimatu, postęp wymaga poważnych negocjacji międzynarodowych, których często najbardziej aktywnym promotorem jest Unia Europejska. Pojawienie się standardu ICAO dotyczącego emisji jest nawet bardziej pożądane niż w przypadku hałasu, ponieważ emisje z samolotów są globalnym problemem, którego nie można rozwiązać na poziomie lokalnym, podobnie jak w przypadku hałasu.

Nowoczesne rozwiązania ukierunkowane na zmniejszenie wpływu statków powietrznych na środowisko naturalne są przedmiotem dwóch największych programów dotyczących lotnictwa cywilnego, realizowanych przez Unię Europejską. Jednym z nich jest SESAR i SEAR 2020, który zakładał między innymi zmniejszenie wpływu transportu lotniczego na środowisko naturalne o 10%. Drugim programem jest Clean Sky i Clean Sky 2, w ramach którego są opracowywane nowe rozwiązania technologiczne, bardziej przyjazne dla środowiska (np. nowe samoloty, nowe jednostki napędowe, systemy pokładowe).

Możliwość obniżenia zużycia paliw konwencjonalnych w wyniku zastosowania różnych rozwiązań, od technologicznych, poprzez poprawę zarządzania ruchem lotniczym, aż po wykorzystanie paliw alternatywnych pokazano na rysunku 3 [9].

Zalecenia PARE mogące wpłynąć na większą skuteczność realizacji celów agendy Flightpath 2050 są następujące [12]:

- należy wspierać szeroko zakrojone wysiłki badawcze mające na celu zmniejszenie hałasu samolotów u źródła (nowe technologie) oraz poprzez procedury operacyjne,
- oprócz działań krótkoterminowych, długoterminowe działania będą miały na celu:
 - opracowanie koncepcji niesłyszalnych samolotów poza granicami lotniska,
 - sformułowanie zestawu kompromisów między różnymi rodzajami emisji (CO₂, NO_x, cząstki i para wodna) na poziomie lokalnym (lotniska) i warunkach przelotowych,
 - opracowanie koncepcji samolotu napędzanego wodorem,
 - opracowanie metodologii kompleksowej oceny skutków napędzania samolotów energią elektryczną w trakcie manewrów naziemnych, obejmującej zagadnienie dostaw energii elektrycznej pod kątem wymagań, kosztów, wpływu na teren i środowisko dla różnych konfiguracji lotnisk.



Rys. 3. Zużycie paliw konwencjonalnych w lotnictwie cywilnym w latach 2005-2050, w tym możliwość potencjalnego zastąpienia paliwami alternatywnymi [9]

Obecnie duży potencjał w obniżaniu emisji transportu lotniczego niesie powszechniejsze stosowanie paliw alternatywnych. Zastosowanie paliw wodorowych może stworzyć możliwości realizacji celów Flightpath 2050 z dużym nadmiarem.

3. Spójne zasady certyfikacji

Certyfikacja samolotu pasażerskiego jest ostatnim etapem procesu projektowania i rozwoju, a także może być najbardziej złożonym, czasochłonnym i kosztownym etapem. Certyfikacja nowoczesnego samolotu pasażerskiego zajmuje około 3000 godzin lotu w okresie 3-5 lat, wymagając 3 do 6 prototypów samolotu przedprodukcyjnego i trudno jest ten etap skrócić bez ponoszenia znacznego ryzyka związanego z rosnącymi opóźnieniami i kosztami. Chociaż poczyniono znaczne postępy w testach naziemnych i symulacji, to właśnie testy w locie są ostatecznym dowodem, który zadowala organy certyfikujące. Rosnące możliwości i złożoność kolejnych generacji samolotów pasażerskich oznaczają, że jest więcej sprzętu i oprogramowania oraz funkcji do przetestowania, a postęp związany jest z realizacją większej liczby testów w porównywalnym czasie.

Głównym sposobem na obniżenie kosztów i czasu certyfikacji jest odpowiednie zaplanowanie tego procesu w celu wyeliminowania powielania czynności. Harmonizacja norm certyfikacyjnych pozwala uniknąć takich kosztownych powtórzeń, które nie przynoszą żadnych korzyści ani z punktu widzenia bezpieczeństwa, ani wydajności. Ponieważ FAA i EASA są wiodącymi organami certyfikującymi w świecie, kontynuacja wspólnych lub zgodnych norm certyfikacji oraz wzajemna akceptacja wyników certyfikacji powinna być kontynuowana wraz z pojawieniem się nowych technologii i być może także nowych konfiguracji statków powietrznych.

Zasady certyfikacji FAA i EASA są *de facto* światowymi standardami, ponieważ samoloty, które nie byłyby w stanie ich spełnić, nie mogłyby latać w Europie i Stanach Zjednoczonych, eliminując się z większości rynku transportowego. EASA i FAA są zasadniczym elementem utrzy-

mania lotnictwa jako najbezpieczniejszego środka transportu, zapewniając, że wszyscy producenci samolotów i ich produkty zasługują na zaufanie pasażerów. Nieuniknioną konsekwencją jest to, że certyfikacja może stać się przeszkodą dla nowoprzybyłych na rynku, którzy nie mają ani demonstracji technologii, ani zdolności w zakresie dyscypliny programowej, aby przejść przez pełny proces certyfikacji. Wprowadzenie nowych technologii i ostatecznie nowych konfiguracji samolotów – takich jak latające skrzydła lub połączone skrzydła – postawi nowe wyzwania w zakresie certyfikacji, którymi należy się zająć poprzez ścisłe konsultacje między przemysłem a władzami, tak aby statek powietrzny mógł zostać zaprojektowany, spełniając wszystkie postawione wymagania.

Harmonizacja certyfikacji EASA w Europie i FAA w USA wyznacza standardy dla tych procesów, które mają zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa transportu lotniczego w całym świecie.

Cel agencji ACARE dotyczący zasad certyfikacji został sformułowany następująco [12]:

Usprawnione procesy inżynierii systemów, projektowania, produkcji, certyfikacji i modernizacji będą rozwiązywały problemy wynikające ze złożoności i znaczenia zespołów i podzespołów samolotu, obniżając koszty rozwoju projektu (w tym zakłada się 50% obniżenie kosztów certyfikacji). Powstanie nowa, wiodąca generacja standardów certyfikacji.

Liczne przykłady wskazują na problemy związane ze ścisłym przestrzeganiem zasad certyfikacji. Można tu wymienić choćby przypadek samolotu Boeing 737 Max, w którym zastosowanie zasady „Grandfather Rights” oraz niedostatecznego nadzoru doprowadziło do powstania błędów, efektem których były 2 katastrofy, w których zginęło prawie 350 osób. Wdrożony program naprawczy zakłada udział zewnętrznych organów nadzoru w celu kontroli procesu certyfikacji prowadzonej przez FAA i firmę Boeing.

Zalecenia PARE [12], dotyczące zwiększenia efektywności procesu certyfikacji bez pogarszania jakości prowadzonych prac, zakładają analizę struktury lotniczych programów przemysłowych, w celu identyfikacji zbioru najlepszych praktyk polegających na właściwym dopasowaniu etapów projektowania, rozwoju, certyfikacji, produkcji, eksploatacji i obsługi w najbardziej opłacalny i efektywny czasowo sposób. Wprowadzaniu nowych technologii i ostrzejszych wymogów bezpieczeństwa powinny towarzyszyć skuteczniejsze testy i walidacje, w celu minimalizacji czasu i kosztów.

Zainicjowany kilka lat temu międzynarodowy program unifikacji wymagań certyfikacyjnych powinien zostać przyspieszony, aby całkowicie wyeliminować różnice, ukierunkowując działania w stronę tak zwanej harmonizacji na całym świecie. Dobry krok został osiągnięty 16 września 2015 r., kiedy kierownictwo organów certyfikacyjnych i/lub działów certyfikacyjnych Agêncja Nacional de Aviação Civil (ANAC) w Brazylii, Agencji Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA), Federalnej Administracji Lotnictwa (FAA) i Transport Canada Civil Aviation (TCCA) podpisało porozumienie powołujące Certification Management Team (CMT). CMT nadzoruje i zarządza wysiłkami w zakresie współpracy międzynarodowej, aby umożliwić opracowanie i wdrożenie rozwiązań regulacyjnych i politycznych, wspólnych dla kwestii certyfikacji oraz wspiera większą harmonizację wymagań w skali globalnej.

4. Uwagi końcowe

Globalny charakter transportu lotniczego i przemysłu lotniczego wymaga współpracy między krajami w celu osiągnięcia porównywalnego poziomu bezpieczeństwa we wszystkich obszarach lotnictwa. ICAO pełni rolę koordynatora we wszystkich działaniach, przy wsparciu różnych organizacji międzynarodowych (IATA, EASA, EUROCONTROL itp.), organizacji krajowych (władze lotnicze, dostawcy usług itp.) oraz interesariuszy z branży. W tych warunkach Europa

rozwijają transport lotniczy i przemysł lotniczy zgodnie z celami globalnymi oraz celami indywidualnymi i celami wynikającymi z potrzeb i ambicji Europy. Konieczna jest ciągła współpraca między krajami i grupami krajów, aby dostosować wymagania i cele do zmieniającego się otoczenia. Unia Europejska, współpracując z innymi krajami świata, buduje swoją dominującą pozycję rynkową w tak skomplikowanych warunkach gospodarczych. Część inicjatyw podejmowanych przez Unię Europejską jest realizowana z powodzeniem, zgodnie z przyjętymi planami rozwoju, a część wymaga działań korygujących, będących odpowiedzią na zmieniające się uwarunkowania społeczne, gospodarcze i technologiczne. Wymaga to ciągłego monitorowania postępów przy użyciu różnorodnych narzędzi, które wspierają osiągnięcie celów strategicznych sformułowanych w wizji rozwoju lotnictwa w Europie Flightpath 2050. Jedną z nich jest inicjatywa finansowana z programu Horyzont 2020 o nazwie Perspectives for Aeronautical Research in Europe (PARE). Ocena stopnia postępów w realizacji tych celów i odpowiednie przedstawienie zaleceń, w szczególności skupienie się na istotnych kwestiach, takich jak podróże na duże odległości, udział kobiet w lotnictwie oraz kształcenie i przyciąganie młodych talentów, przyczyni się do lepszej skuteczności w osiągnięciu celów agendy Flightpath 2050.

Projekt otrzymał finansowanie z europejskiego programu badawczo-innowacyjnego „Horyzont 2020” w ramach umowy grantowej nr 769220.

Bibliografia

1. Air Transport Action Group (ATAG), *Aviation Benefits Beyond Borders*, ATAG Report, Geneva, Switzerland, 2018
2. EUROCONTROL website, www.eurocontrol.int [dostęp: październik 2020]
3. EUROCONTROL, *European Aviation in 2040. Challenges of Growth. Annex1. Flight Forecast to 2040*, European Organisation for the Safety of Air Navigation, Brussels, 2015
4. European Commission, *Annual Analyses Related to the EU. Air Transport Market 2016*, Directorate General for Mobility and Transport in the European Commission Report, Brussels, 2017
5. European Union Aviation Safety Agency, EASA, <https://www.easa.europa.eu> [dostęp: maj 2019]
6. International Air Transport Association, IATA website, www.icao.int [dostęp: maj 2019]
7. International Air Transport Association (IATA), *IATA Annual Review 2018*, IATA Report, Sydney, Australia, 2018
8. International Civil Aviation Organization, ICAO website, www.icao.int [dostęp: październik 2020]
9. International Civil Aviation Organization (ICAO), *Capacity and Efficiency. 2016-2030 Global Air Navigation Plan*, ICAO Report, Montreal, Canada, 2016
10. FLEMING G., *Environmental Trends in Aviation to 2050. Aviation and Environmental Outlook*, International Civil Aviation Organization (ICAO), 2019
11. International Civil Aviation Organization (ICAO), *Global Aviation Security Plan*, ICAO Report, Montreal, Canada, 2017
12. NextGen, SESAR, *NextGen – SESAR State of Harmonisation*, Report prepared by the Coordination Committee (CCOM) and Deployment Coordination Committee (DCOM) for the US-EU MoC Annex 1 Executive Committee (EXCOM), Luxembourg, 2018
13. PARE website, <https://www.pareproject.eu/> [dostęp: październik 2020]
14. SESAR JU website, www.sesarju.eu [dostęp: październik 2020]
15. LEFEBVRE A.H., BALLAL D.R., *GAS Turbine Combustion. Alternative Fuels and Emissions*, 3rd Ed., CRC Press, 2010
16. WOLFE J.P., STEVE H.L.Y., GIDEON L., ASHOK A., BERRET S.R.H., WAITZ A.I., Near-airport distribution of the environmental costs of aviation, *Transport Policy*, **34**, 102-108, 2014

Over European cooperation in the area of aviation in the light of achieving the goals of the Flightpath 2050 agenda

Europe is entering a new age of development that defines new challenges resulting from technological development, increased human mobility and the globalization. The effect of these changes are opportunities, but also risks associated with these changes. Air transport and the industry working for its needs, due to its specificity, resulting from the most advanced level of technical development and of great importance in the economy, is especially sensitive and susceptible to the influence of development conditions. One of the tools supporting the development process of the aviation industry is a long-term vision of the development of this sector. A shared vision for the development of the aviation sector was developed by the European Commission with the leading role of the Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (ACARE) and published in the Flightpath 2050 report. The paper analyses the state of cooperation of European countries with other countries of the world in the most important areas related to the development of air transport, such as air traffic management (ATM), certification of means of air transport and their impact on the natural environment, as well as safety of air transport in the context of achieving common goals identified in the Flightpath 2050 report, presenting the vision of the development of the aviation sector and air transport in Europe.