

przegląd

12
2017
rocznik LXXII
cena 25,00 zł
w tym 5% VAT



komunikacyjny

UKAZUJE SIĘ OD 1945 ROKU



ODPORNOŚĆ INFRASTRUKTURY KRYTYCZNEJ LOTNISK UŻYTKU PUBLICZNEGO

Zagrożenie dla portów lotniczych ze strony bezzałogowych statków powietrznych. Polityka państwa w odniesieniu do lotnisk użytku publicznego. Analiza progów rentowności polskich regionalnych portów lotniczych. Bezzałogowe statki powietrzne jako narzędzie wsparcia służb lotniskowych. Zagrożenia w lotnictwie cywilnym wynikające z niesprawności silników lotniczych.

Podstawowe informacje dla Autorów artykułów

„Przegląd Komunikacyjny” publikuje artykuły związane z szeroko rozumianym transportem oraz infrastrukturą transportu. Obejmuje to zagadnienia techniczne, ekonomiczne i prawne. Akceptowane są także materiały związane z geografią, historią i socjologią transportu.

Artykuły publikowane w „Przeglądzie Komunikacyjnym” dzieli się na: „wnoszące wkład naukowy w dziedzinę transportu i infrastruktury transportu” oraz „pozostałe”. Prosimy Autorów o deklarację (w zgłoszeniu), do której grupy zaliczyć ich prace.

Materiały do publikacji: zgłoszenie, artykuł oraz oświadczenie Autora, należy przesyłać w formie elektronicznej na adres redakcji:

artykuly@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

W zgłoszeniu należy podać: imię i nazwisko autora, adres mailowy oraz adres do tradycyjnej korespondencji, miejsce zatrudnienia, zdjęcie, tytuł artykułu oraz streszczenie (po polsku i po angielsku) i słowa kluczowe (po polsku i po angielsku). Szczegóły przygotowania materiałów oraz wzory załączników dostępne są na stronie:

www.przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

W celu usprawnienia i przyspieszenia procesu publikacji prosimy o zastosowanie się do poniższych wymagań dotyczących nadsyłanego materiału:

1. Tekst artykułu powinien być napisany w jednym z ogólnodostępnych programów (np. Microsoft Word). Wzory i opisy wzorów powinny być wkomponowane w tekst. Tabele należy zestawić po zakończeniu tekstu. Ilustracje (rysunki, fotografie, wykresy) najlepiej dołączyć jako oddzielne pliki. Można je także wstawić do pliku z tekstem po zakończeniu tekstu. Możliwe jest oznaczenie miejsc w tekście, w których autor sugeruje wstawienie stosownej ilustracji lub tabeli. Obowiązuje odrębna numeracja ilustracji (bez rozróżniania na rysunki, fotografie itp.) oraz tabel.
2. Całość materiału nie powinna przekraczać 12 stron w formacie Word (zalecane jest 8 stron). Do limitu stron wlicza się ilustracje załączane w odrębnych plikach (przy założeniu że 1 ilustracja = ½ strony).
3. Format tekstu powinien być jak najprostszy (nie stosować zróżnicowanych stylów, wcięć, podwójnych i wielokrotnych spacji itp.). Dopuszczalne jest pogrubienie, podkreślenie i oznaczenie kursywą istotnych części tekstu, a także indeksy górne i dolne. **Nie stosować przypisów.**
4. Nawiązania do pozycji zewnętrznych - cytaty (dotyczy również podpisów ilustracji i tabel) oznacza się numeracją w nawiasach kwadratowych [...]. Numerację należy zestawić na końcu artykułu (jako „Materiały źródłowe”). Zestawienie powinno być ułożone alfabetycznie.
5. Jeżeli Autor wykorzystuje materiały objęte nie swoim prawem autorskim, powinien uzyskać pisemną zgodę właściciela tych praw do publikacji (niezależnie od podania źródła). Kopie takiej zgody należy przesłać Redakcji.

Artykuły wnoszące wkład naukowy podlegają procedurom recenzji merytorycznych zgodnie z wytycznymi MNiSW, co pozwala zaliczyć je, po opublikowaniu, do dorobku naukowego (z punktacją przyznawaną w toku oceny czasopism naukowych – aktualnie jest to **8 punktów**).

Do oceny każdej publikacji powołuje się co najmniej dwóch niezależnych recenzentów spoza jednostki. Zasady kwalifikowania lub odrzucenia publikacji i ewentualny formularz recenzencki są podane do publicznej wiadomości na stronie internetowej czasopisma lub w każdym numerze czasopisma. Nazwiska recenzentów poszczególnych publikacji/numerów nie są ujawniane; raz w roku (w ostatnim numerze oraz na stronie internetowej) czasopismo podaje do publicznej wiadomości listę recenzentów współpracujących.

Przygotowany materiał powinien obrazować własny wkład badawczy autora. Redakcja wdrożyła procedurę zapobiegania zjawisku Ghostwriting (z „ghostwriting” mamy do czynienia wówczas, gdy ktoś wniósł istotny wkład w powstanie publikacji, bez ujawnienia swojego udziału jako jeden z autorów lub bez wymienienia jego roli w podziękowaniach zamieszczonych w publikacji). Tekst i ilustracje muszą być oryginalne i niepublikowane w innych miejscach (w tym w internecie). Możliwe jest zamieszczanie artykułów, które ukazały się w materiałach konferencyjnych i podobnych (na prawach rękopisu) z zaznaczeniem tego faktu i po przystosowaniu do wymogów publikacyjnych „Przeglądu Komunikacyjnego”.

Korespondencję inną niż artykuły do recenzji prosimy kierować na adres: **listy@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl**

Redakcja pisma oferuje objęcie patronatem medialnym konferencji, debat, seminariów itp. Szczegóły na: <http://przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl/patron.html>
Ceny są negocjowane indywidualnie w zależności od zakresu zlecenia. Możliwe są atrakcyjne upusty. Patronat obejmuje:

- ogłaszanie przedmiotowych inicjatyw na łamach pisma,
- zamieszczanie wybranych referatów / wystąpień po dostosowaniu ich do wymogów redakcyjnych,
- publikację informacji końcowych (podsumowania, apele, wnioski),
- kolportaż powyższych informacji do wskazanych adresatów.

www.przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

Ramowa oferta dla „Sponsora strategicznego” czasopisma Przegląd Komunikacyjny

Sponsor strategiczny zawiera umowę z wydawcą czasopisma na okres roku kalendarzowego z możliwością przedłużenia na kolejne lata. Uprawnienia wydawcy do zawierania umów posiada SITK O. Wrocław.

Przegląd Komunikacyjny oferuje dla sponsora strategicznego następujące świadczenia:

- zamieszczenie logo sponsora w każdym numerze,
- zamieszczenie reklamy sponsora w jednym, kilku lub we wszystkich numerach,
- publikacja jednego lub kilku artykułów sponsorowanych,
- publikacja innych materiałów dotyczących sponsora,
- zniżki przy zamówieniu prenumeraty czasopisma.

Możliwe jest także zamieszczenie materiałów od sponsora na stronie internetowej czasopisma.

Przegląd Komunikacyjny ukazuje się jako miesięcznik.

Szczegółowy zakres świadczeń oraz detale techniczne (formaty, sposób i terminy przekazania) są uzgadniane indywidualnie z Pełnomocnikiem ZO Wrocław SITK.

Prosimy o kontakt z: dr hab. inż. Maciej Kruszyna na adres mailowy: **redakcja@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl**

Cena za świadczenia na rzecz sponsora uzależniana jest od uzgodnionych szczegółów współpracy. Zapłata może być dokonana jednorazowo lub w kilku ratach (na przykład kwartalnych). Część zapłaty może być w formie zamówienia określonej liczby prenumerat czasopisma.





Na okładce: Lotnisko Szymany-wizualizacja,
Piotr Mackiewicz

Szanowni P.T. Czytelnicy

Przekazujemy w Wasze ręce ostatni już w 2017 roku numer *Przeгляdu Komunikacyjnego*. Jest on poświęcony zagadnieniom bezpieczeństwa lotnisk, portów lotniczych i ich infrastruktury. Zagadnienia istotne dla korzystających z transportu lotniczego jak i pracujących w tych jednostkach. W pierwszym artykule Autor omawia zagadnienia związane z zagrożeniem portów lotniczych ze strony bezałogowych statków powietrznych (tzw. dronów). Podaje sposoby ochrony portów lotniczych przed niepożądanymi statkami powietrznymi. Kolejny artykuł poświęcony jest problemom rozwoju lotnisk oraz transportu lotniczego w Polsce. Autor wskazuje na szereg elementów, które powinny być wdrożone w celu rozwoju transportu lotniczego oraz wskazuje na zaniechania w opracowaniu w kraju programu rozwoju ruchu lotniczego. Interesujący jest kolejny artykuł w którym Autor analizuje prognozy rentowości polskich portów regionalnych. W konkluzji stwierdza, że w kraju podobnie jak w Europie prognozą opłacalności przewozowej jest 1 mln pasażerów rocznie. Kolejny artykuł nawiązuje do tematyki pierwszego a mianowicie bezałogowych statków powietrznych. Przy czym autor wskazuje na pozytywny charakter wykorzystania tego typu statków w ochronie portów i bezpieczeństwa ruchu lotniczego. W ostatnim artykule Autorzy omawiają zagrożenia w lotnictwie cywilnym wynikające z niesprawności tłokowych silników lotniczych. Wskazują na elementy służące poprawie eksploatacji tego rodzaju silników.

W związku z kończącym się rokiem w numerze zamieszczony jest roczny wykaz artykułów, Autorów i Recenzentów. Korzystając z okazji chciałbym podziękować wszystkim Autorom, Czytelnikom, Recenzentom, Członkom Rady Naukowej, Programowej oraz Kolegom z Redakcji, sponsorom, reklamodawcom za znaczny wkład w rozwój naszego czasopisma w minionym roku. Redakcja stara się podnosić poziom merytoryczny i edytorski czasopisma. W tym roku zamieściliśmy w bazie internetowej oprócz wersji polskiej również wersję angielską czasopisma. Naszym Czytelnikom dziękuję za korzystanie z wiedzy prezentowanej na łamach naszego czasopisma.

Z okazji Nowego 2018 Roku życzę wszystkim naszym Czytelnikom, Autorom, osobom biorącym udział w przygotowywaniu każdego numeru oraz współpracującym z czasopiśmie wszelkiej pomyślności w życiu osobistym oraz satysfakcji w życiu zawodowym.

Redaktor Naczelny

Prof. Antoni Szydło

W numerze

Zagrożenie dla portów lotniczych ze strony bezałogowych statków powietrznych

Jakub Marszałkiewicz 2

Polityka państwa w odniesieniu do lotnisk użytku publicznego

Dariusz Tłoczyński 9

Analiza prognoz rentowności polskich regionalnych portów lotniczych

Wojciech Augustyniak 16

Bezałogowe statki powietrzne jako narzędzie wsparcia służb lotniskowych

Radosław Fellner 20

Zagrożenia w lotnictwie cywilnym wynikające z niesprawności silników lotniczych

Paweł Głowacki, Leszek Lorocho 24

Spis treści rocznika 2017

30

Wydawca:

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników
Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej
00-043 Warszawa, ul. Czackiego 3/5
www.sitk-rp.org.pl

Redaktor Naczelny:

Antoni Szydło

Redakcja:

Krzysztof Gasz, Igor Gisterek, Bartłomiej Krawczyk,
Maciej Kruszyna (Z-ca Redaktora Naczelnego),
Agnieszka Kuniczuk - Trzciniowicz (Redaktor językowy),
Piotr Mackiewicz (Sekretarz), Wojciech Puła (Redaktor
statystyczny), Wiesław Spuziak, Robert Wardęga,
Czesław Wolek

Adres redakcji do korespondencji:

Poczta elektroniczna:
redakcja@przeгляд.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

Poczta „tradycyjna”:

Piotr Mackiewicz, Maciej Kruszyna
Politechnika Wrocławska,
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
Faks: 71 320 45 39

Rada naukowa:

Marek Ciesielski (Poznań), Antanas Klibavičius (Wilno),
Jozef Komačka (Žilina), Elżbieta Marciszewska
(Warszawa), Bohuslav Novotny (Praga), Andrzej S.
Nowak (Lincoln, Nebraska), Tomasz Nowakowski
(Wrocław), Victor V. Rybkin (Dniepropietrowsk), Ma-
rek Sitarz (Katowice), Wiesław Starowicz (Kraków),
Hans-Christoph Thiel (Cottbus), Krystyna Wojewódzka-
Król (Gdańsk), Elżbieta Załoga (Szczecin), Andrea Zuzu-
lova (Bratysława)

Rada programowa:

Mirosław Antonowicz, Dominik Borowski, Leszek
Krawczyk, Marek Krużyński, Leszek W. Mindur, Andrzej
Zurkowski

Deklaracja o wersji pierwotnej czasopisma

Główną wersją czasopisma jest wersja papierowa. Na
stronie internetowej czasopisma dostępne są pełne
wersje artykułów oraz streszczenia w języku polskim (od
2010) i angielskim (od 2016).

Czasopismo jest umieszczone na liście Ministerstwa Nauki
i Szkolnictwa Wyższego (8 pkt. za artykuł recenzowany).

Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania zmian w
materiałach nie podlegających recenzji.

Artykuły opublikowane w „Przeglądzie Komunikacyjnym”
są dostępne w bazach danych 20 bibliotek technicznych
oraz są indeksowane w bazach:

BAZTECH: <http://baztech.icm.edu.pl>

Index Copernicus: <http://indexcopernicus.com>

Prenumerata:

Szczegóły i formularz zamówienia na stronie:

www.przeгляд.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

Obecna Redakcja dysponuje numerami archiwalnymi
począwszy od 4/2010.

Numerzy archiwalne z lat 2004-2009 można zamawiać
w Oddziale krakowskim SITK,
ul. Siostrzana 11, 30-804 Kraków,
tel./faks 12 658 93 74, mrowinska@sitk.org.pl

Druk:

HARDY Design, 52-131 Wrocław, ul. Buforowa 34a
Przemysław Wołczuk, przem@dodo.pl

Reklama:

Dział Marketingu: sitk.baza@gmail.com

Nakład: 800 egz.

Zagrożenie dla portów lotniczych ze strony bezzałogowych statków powietrznych

The threat on airports from unmanned aerial vehicles



Jakub Marszałkiewicz

Dr

Wyższa Szkoła Bankowa w Gdańsku

jak.marszalkiewicz@gmail.com

Streszczenie: Artykuł zawiera ogólny przegląd zagrożeń, jakie wobec portów lotniczych niesie coraz szersze zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych (UAV – Unmanned Aerial Vehicle), zwanych potocznie dronami. Są one coraz bardziej dostępne, przez co mogą być wykorzystane w roli środków bezprawnej ingerencji przeciwko Infrastrukturze Krytycznej, a zwłaszcza przeciw portom lotniczym. Przytoczono także wybrane przykłady zastosowania UAV do ochrony portów lotniczych oraz systemów zakłócających i zwalczających UAV.

Słowa kluczowe: UAV; Bezzałogowy statek powietrzny; Dron; Port lotniczy; Infrastruktura krytyczna

Abstract: This article provides a general overview of the threats on airports caused by widespread use of unmanned aerial vehicles (UAVs), commonly referred to as drones. They are increasingly available and can therefore be used as a means of unlawful interference against Critical Infrastructure, especially against airports. Also selected are examples of UAV applications for airport security and disturbance and anti-UAV systems.

Keywords: UAV; Unmanned aerial vehicle; Drone; Airport; Critical infrastructure

Funkcjonowanie cywilizowanego państwa jest uzależnione od sprawnego systemu zapewniającego obywatelom życie na odpowiednim poziomie. System ten określamy ogólnie mianem **Infrastruktury Krytycznej (IK)**. Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (Dz. U. Nr 89, poz. 590, z późn. zm.) definiuje **IK** jako *systemy oraz wchodzące w ich skład powiązane ze sobą funkcjonalnie obiekty, w tym obiekty budowlane, urządzenia, instalacje, usługi kluczowe dla bezpieczeństwa państwa i jego obywateli oraz służące zapewnieniu sprawnego funkcjonowania organów administracji publicznej, a także instytucji i przedsiębiorców*. Infrastruktura krytyczna obejmuje systemy: zaopatrzenia w energię, surowce energetyczne i paliwa, łączności, sieci teleinformatycznych, finansowe, zaopatrzenia w żywność, zaopatrzenia w wodę, ochrony zdrowia, **transportowe**, ratownicze, zapewniające ciągłość działania administracji publicznej, produkcji, składo-

wania, przechowywania i stosowania substancji chemicznych i promieniotwórczych, w tym rurociągi substancji niebezpiecznych [2, 11]. Z opisu tego wynika jasno, iż jednym z głównych elementów IK jest system transportowo-logistyczny. Należą do niego porty lotnicze.

Możliwość zastosowania UAV w ataku terrorystycznym

Łatwa dostępność UAV ma także swoje złe strony. Powoduje, bowiem, iż UAV coraz częściej trafiają także w ręce przestępców oraz terrorystów. Przykładowo, oddziały zbrojne tzw. Państwa Islamskiego stosują już od jakiegoś czasu UAV dostosowane chałupniczymi metodami do przenoszenia uzbrojenia (zwłaszcza lekkich bomb, ale także rakiet). Początkowo ISIS stosowało komercyjne drony (np. DJI Phantom) doraźnie wyposażone w ładunki wybuchowe, lecz ostatnio nauczyli

się konstruować własne bezzałogowe statki powietrzne, zarówno w układzie płatowca (samolotu), jak i wielowirnikowego pionowzlotu. Na szczególną uwagę zasługuje amatorsko zbudowany wielowirnikowiec wyposażony w wyrzutnię rakiet przeciwpancernych. ISIS używa także bojowo UAV w formie latającego skrzydła wyposażonego w specjalnie opracowane w tym celu lekkie bomby. Samolot ten jest sterowany za pomocą zaawansowanego oprogramowania, umożliwiającego precyzyjne naprowadzanie na cel. Terrorystycie na bieżąco zaskakują świat pomysłowością oraz coraz bardziej zaawansowanymi środkami bojowymi, które potrafią wytworzyć. Opanowanie przez nich obsługi, a nawet produkcji relatywnie zaawansowanych UAV jest bardzo niebezpieczne dla infrastruktury transportowej. Dotyczy to zwłaszcza portów morskich, lotniczych oraz baz logistycznych położonych w niespokojnych rejonach. Jest to jeden z czyn-

ników sprawiających, że niestabilność militarno-polityczna państw Bliskiego Wschodu i Afryki zdaje się być największym zagrożeniem dla międzynarodowego transportu w XXI w.

Jest to poważne zagrożenie dla bezpieczeństwa portów lotniczych oraz samolotów startujących i podchodzących do lądowania. Nawet zwykle komercyjne drony użytkowane przez nieodpowiedzialnych operatorów potrafią zagrozić bezpieczeństwu. Przykładowo 21 lipca 2015 r. mały UAV pojawił się nad Okęciem w odległości zaledwie 100 m od samolotów komunikacyjnych. Pomimo że był to pierwszy taki incydent w Polsce, to nie stanowi on niestety wyjątku. Na świecie rejestruje się coraz więcej takich niebezpiecznych zdarzeń z użyciem cywilnych, prywatnych, tanich bezałogowców, których prędkość, zasięg i pułap oraz ładunek użyteczny rosną przy relatywnie niskich kosztach takich platform. Bardzo podobny przebieg do polskiego, miał incydent na lotnisku Heathrow w grudniu 2014 roku, gdy bezałogowiec pojawił się w odległości kilkunastu metrów od lądującej maszyny. Niezidentyfikowanym dronom zdarzały się też lądowania na terenie elektrowni atomowej, jednostek wojskowych czy nawet w ogrodach Białego Domu [3].

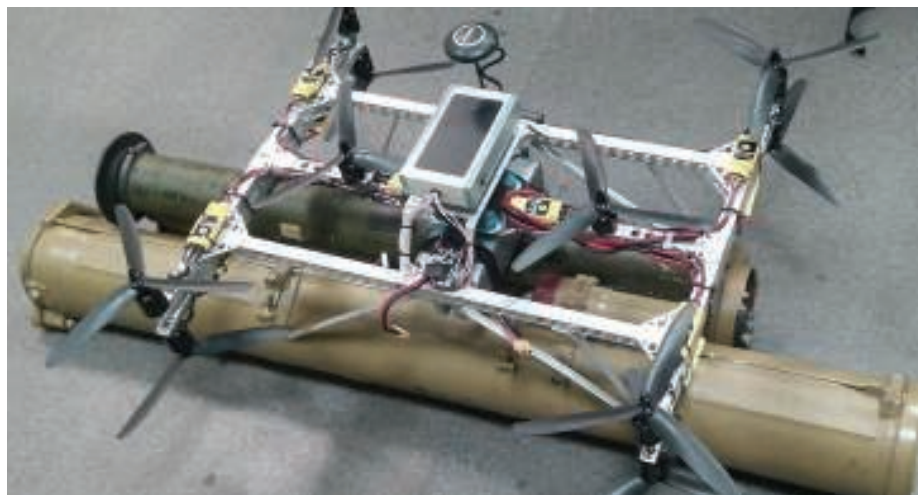
Możliwości przeciwdziałania zagrożeniu ze strony UAV

Zagrożenie ze strony UAV spowodowało, że rozpoczęto prace nad możliwością ich zwalczania lub obezwładniania. Od kilku lat na całym świecie (w tym w Polsce) prowadzi się prace nad systemami zakłócania elektroniki UAV, tak by został on zmuszony do przerwania zadania [3]. Prowadzi się także badania nad zwalczaniem niepożądanych UAV przez własne „myśliwskie” UAV zdolne do zniszczenia lub zakłócenia obiektów przeciwnika.

Przykładowo, koncern Airbus Defence and Space opracował system, który pozwala na zmniejszenie ryzyka wtargnięcia bezałogowych statków powietrznych na obszary o ograniczonym lub zakazanym ruchu powietrz-

nym. Zaprezentowany system daje możliwość wykrycia z dużej odległości wtargnięcia UAV na krytyczne obszary, a następnie zakłócanie pracy jego systemów pokładowych oraz lokalizację miejsce operatora sterującego UAV. System Airbus pozwala wykryć

niepożądane UAV z odległości 5-10 km oraz przerwanie łączności pomiędzy bezałogowcem a kierującym nim operatorem na ziemi (co powoduje utratę kontroli) oraz zakłócenie systemu nawigacji (co najczęściej powoduje upadek UAV na ziemię). Z podobną



1. Amatorski UAV uzbrojony w wyrzutnię rakiet przeciwpancernych zbudowany przez ISIS [12]



2. Drony bojowe skonstruowane przez ISIS: komercyjny chiński DJI Phantom z dołączonym ładunkiem wybuchowym (u góry) oraz bombowcem w formie latającego skrzydła mogący przenosić lekkie bomby wytwarzane metodą chałupniczą [13]

MENACE IN THE SKY

2 It was so close there was 'serious risk of collision'

3 Pilot spotted drone at 700ft. But it did not appear on radar

4 Collision could damage engine or shatter cockpit windscreen – blinding the pilot

DRONE NEAR MISSES

1 Drone could have been operated from anywhere outside airport

DRONES YOU CAN BUY

<p>Husban X4 H107C Price: £35 A quadcopter with camera. Can fly for about 15 minutes</p>	<p>DJI Phantom Price: £390 World's most popular drone, can fly up to 22mph</p>	<p>Parrot AR 2.0 Elite Price: £320 Steered with smartphone via wi-fi. Includes HD camera</p>
---	---	---

3. Schemat niebezpiecznego zbliżenia UAV do lądującego samolotu w pobliżu lotniska [14]



4. System antydronowy Falcon Shield firmy Selex ES [15]

inicjatywą wyszedł koncern Selex ES proponując system Falcon Shield. Ma on umożliwiać nie tylko uszkodzenie elektroniki, ale niekiedy także przejęcie kontroli na dronem. Selex ES zapowiada także wprowadzenie możliwości zniszczenia drona za pomocą silnego impulsu elektromagnetycznego.

Warto zaznaczyć, że nad takimi rozwiązaniami pracują też firmy polskie. Przykładowo SafeSky to polski projekt, który jest efektem pracy trzech firm: SIRC, Bioseco i Bonda.pl [4]. System jest w stanie wykrywać na niebie UAV, które latają nielegalnie. SafeSky do śledzenia dronów wykorzystuje zarówno kamery wizyjne, jak i specjalne radary. Dzięki temu można śledzić na żywo wszystkie parametry lotu drona, bądź zespołu dronów. W razie konieczności latającego intruza można będzie przechwycić i sprowadzić na ziemię, bądź po prostu skierować go na otwartą przestrzeń i rozbić [5]. Program wzbudził zainteresowanie Biura Ochrony Rządu, które być może zakup system Safe Sky, gdy będzie już gotowy.

Innym przykładem jest system Ja-

strząb stworzony przez firmę Hertz Systems z Zielonej Góry. Producent podaje, iż jego wykrywalność dronów wynosi 100%. System Jastrząb może być wykorzystany stacjonarnie, jak i na platformie mobilnej, co pozwala na szerokie zastosowanie zarówno w ochronie stałej obiektów, jak i ochronie imprez masowych. Dookólny radar umożliwia monitorowanie terenu w obrębie 360 stopni i w promieniu 3000 m. System monitoruje teren w czasie rzeczywistym, rozróżniając przy tym drony od samolotów załogowych i ptactwa, co całkowicie eliminuje ryzyko pomyłki. Jednym z elementów systemu jest neutralizator wysyłający sygnał zakłócający. Jastrząb pozwala na odcięcie komunikacji pomiędzy UAV a operatorem, co powoduje jego bezpieczne sprowadzenie na ziemię, gdzie nie stanowi zagrożenia. Jest to niezmiernie ważne w przypadku imprez masowych, podczas których zestrzelenie UAV mogłoby stanowić dodatkowe zagrożenie dla zgromadzonych osób [6].

Bezzałogowe statki powietrzne w ochronie portów lotniczych

Ochrona mienia od wielu lat jest wykonywana za pomocą dozoru osobistego funkcjonariuszy służb mundurowych (lub pracowników ochrony) oraz za pomocą środków technicznych. Stosuje się w tym celu różnego rodzaju zabezpieczenia, kamery i czujniki. Środki te w wielu przypadkach zapewniają wysoki poziom bezpieczeństwa, jednak w ciągu ostatnich lat pojawił się nowy rodzaj sprzętu, który może być wykorzystany w celu jeszcze lepszego zabezpieczenia infrastruktury IK (w tym portów lotniczych). Chodzi o bezzałogowe statki powietrzne (UAV), zwane potocznie dronami. W działalności związanej z ochroną służą one głównie jako nośniki czujników oraz kamer (także pracujących w podczerwieni oraz noktowizji), aczkolwiek prowadzi się też prace na dronami wyposażonymi w lekkie uzbrojenie strzeleckie, bombowe oraz raketowe (takimi UAV dysponuje już ISIS i wykorzystuje je w walce na terenie Iraku i Syrii). Możliwość pozyskania danych wizualnych sprawia, że drony są chętnie wykorzystywane do kontroli stanu zaawansowania prac budowlanych oraz oceny odstępstw od założonych projektów konkretnej inwestycji budowlanej. Drony ze specjalnymi czujnikami są wykorzystywane w rolnictwie (analiza składu gleby i stanu pól uprawnych), w energetyce wiatrowej i w budownictwie (kontrola obiektów budowlanych, w szczególności dachów). Bezzałogowe statki powietrzne wyposażone w systemy telemetryczne oraz kamery telewizyjne lub termowizyjne coraz częściej są stosowane



5. Polskie systemy antydronowe Hertz Systems Jastrząb oraz Advanced Protection Systems SafeSky [16, 17]



6. Samolot bezałogowy Manta firmy Flytronic [18]



7. Głowice obserwacyjne UAV Skytronic Manta: GS3-HD, GS3-IR, GS30 oraz HD GS4 [19]

KAMERA RGB 30X ZOOM	
matryca	Sony CMOS Exmor R (BSI) 1/5.5 cala
procesor obróbki obiektyw	Samsung IV Carl Zeiss Tessar
format plików HD	Zoom 30x (ekwiwalent 35 mm - 1120 mm dla formatu 35 mm)
rozdzielczość wideo	zgodność z formatami MPEG4-MVC / H.264 AvCHD
rozdzielczość foto	HD - 1920 x 1080 / 50 (format 18.9), 17-24 Mbit/s STD - 1280 x 480 / 50 (format 3.2), 5-9 Mbit/s 5.3 Mbit/s - 3072 x 1728 (format 18.9)

KAMERA TOX HD	
porty wyjścia	CMOS 1/4 cala
dotyčne formaty zoom optyczny	HDMI, AV
sygnał wyjściowy czułość matrycy	NTSC, PAL
funkcje	10x, 4-9 mm do 49 mm
	1080 p, 30 fps
	0.7 lux przy f=1.8
	nagrywanie HD
	maraton
	automatyczne ustawienie ostrości
	automatyczny balans biał.
	automatyczna kontrola szumów

8. Polski UAV Dron House S.A. Bielik wraz z danymi jego kamer oraz polskiego komputera pokładowego DARTSIL zawierającego m.in. rejestrator lotu FDR [20]

wane w systemach bezpieczeństwa, między innymi w ochronie obiektów. Jeden UAV jest w stanie patrolować teren, do którego kontroli potrzebnych byłoby kilkaset osób. Dzięki zastosowaniu dronów można zarówno obni-

żyć koszty działalności, jak i zwiększyć efektywność patroli.

Jako przykład systemu uwzględniającego zastosowanie UAV w ochronie obiektów można podać niemiecki GEMOS firmy Ela-soft z 2016 r. GEMOS

posiada ponad 750 interfejsów do komunikacji z klasycznymi systemami zabezpieczeń: przeciwpożarowymi, sygnalizacji włamania i napadu, systemami kontroli dostępu, wizyjnymi systemami dozorowymi itp. Od niedawna możliwe jest również zintegrowanie systemu bezpieczeństwa GEMOS z wykorzystaniem UAV [7].

System informatyczny pozwala wyznaczyć trasę przelotu automatycznego UAV, bez konieczności ręcznego sterowania dronem. Bezałogowe statki powietrzne wyposażone w kamery stanowią tu wsparcie systemów ochrony obwodowej. Dron przelatuje określoną trasę na granicy strzeżonej strefy, przekazując jednocześnie obraz operatorowi. Trasa jest określana przez wyznaczenie dowolnej ilości punktów zwrotnych. Oprócz operacji ciągłych, można też zaprogramować misje cykliczne, wykonywane co jakiś czas. Po wykonaniu trasy UAV wraca do bazy (stacji ładującej). System na bieżąco analizuje obraz, a wszelkie anomalie są natychmiast pokazywane operatorom. W przypadku sytuacji kryzysowej operator ma możliwość wysłania drona w konkretne miejsce, by za pomocą kamery zweryfikować przyczynę alarmu wywołanego przez jeden z podsystemów. Jeśli okaże się, że alarm nie jest fałszywy, operator będzie mógł ręcznie sterować dronem i obserwować rozwój sytuacji. UAV systemu GEMOS wyposażone są w miernik stężenia gazu, miernik temperatury lub w kamerę termowizyjną.

Prowadzi się także prace nad dronami zdolnymi odstraszać ptaki od lotniska oraz mogące przechwytywać (lub niszczyć) niepożądane obce drony. Przykładowo japońska policja w Tokio prowadzi próby UAV DJI S900 wyposażonego w specjalną siatkę służącą do łapania innych, dronów.

Rodzaje UAV przydatnych w ochronie infrastruktury portów lotniczych

Drony dla służb mundurowych i ochrony oferują także polskie firmy, choć póki co nie posiadają jeszcze w swej ofercie tak kompleksowego sys-



9. Amerykański UAV Duke Robotics Inc. TIKAD uzbrojony w karabin maszynowy [21]

temu jak GEMOS. Opracowanie takiego systemu przez polskie firmy wydaje się jednak kwestią czasu. Natomiast jeśli chodzi o same statki powietrzne, to na rynku są dostępne zarówno modele polskie, jak i zagraniczne.

Jako przykład płatowca UAV przydatnego do zadań obserwacji obiektów można podać polski samolot Manta firmy Flytronic z Gliwic. Występuje on w wersjach Manta LE oraz Manta VTOL (pionowego startu i lądowania). Modułowa konstrukcja samolotu Manta VTOL ułatwia transport w dowolne miejsce. Gotowość do startu osiągana jest w ciągu ok. 30 minut. Zastosowana technologia zapewnia w pełni autonomiczny start oraz lądowanie, bez konieczności wykorzystania infrastruktury lotniska. Wysokiej jakości dane video i dane telemetryczne są przekazywane w czasie rzeczywistym przez cyfrową radiolinie. Kontrola nad samolotem odbywa się przez stację kontroli lotów. Dostęp do danych odbywa się z dedykowanych stanowisk operatorów, a rozwiązanie multicast zapewnia dostęp do danych z wielu komputerów. Manta VTOL jest wyposażona w napęd hybrydowy. Standardy bezpieczeństwa przesyłanych

danych są zagwarantowane zaawansowana radiolinie z wbudowanym modułem szyfrującym. Standardowe wyposażenie, może być modyfikowane w zależności od potrzeb i przeznaczenia [8]. System łączności pracuje w standardowym dla NATO w paśmie C. Manta najprawdopodobniej była drugim polskim UAV, który uzyskał cywilną rejestrację (SP-XFT nadaną przez Urząd Lotnictwa Cywilnego 15 września 2014 r. - pierwszym był prawdopodobnie UAV MSP Kozioróg firmy MSP Marcin Szender, który otrzymał w Urzędzie Lotnictwa Cywilnego znaki SP-YAAT w czerwcu 2014 r.).

Manta VTOL podczas pionowego startu i lądowania uruchamia duże pionowe wentylatory umieszczone w płatach pod odchylanymi pokrywami. Zdolność VTOL jest bardzo przydatna w ograniczonym terenie, ale zwiększa masę i ogranicza osiągi. Manta w wersji LE waży 70 kg (MTOM 140 kg), a wersji VTOL 75 kg (MTOM 115 kg). LE posiada prędkość maksymalną 160 km/h, a VTOL 150 km/h. Rozpiętość skrzydeł Manty wynosi 6,6 m (LE) oraz 6,3 m (VTOL), zaś długość 3,3 m. Producent podaje, że Manta może przenosić szereg specjalistycznych

głowic obserwacyjnych: GS3-HD, GS3-IR, GS30 oraz głowicę uniwersalną HD GS4.

Specjalistyczna głowica obserwacyjna GS3 jest autorskim rozwiązaniem Flytronic. GS3-HD to stabilizowana głowica jednosensorowa, standardowo wyposażona w kamerę światła dziennego. Głowica umożliwia prowadzenie obserwacji w płaszczyźnie horyzontalnej i wertykalnej o zakresie (N x 360°). Obraz w jakości HD może być przekazywany do wielu odbiorników. Zapis wideo następuje również w głowicy. GS3-HD charakteryzuje się następującymi cechami: zaawansowana stabilizacja obrazu, przekazanie obrazu w czasie rzeczywistym do wielu odbiorników, identyfikacja człowieka z odległości 5 km, rozpoznanie człowieka z odległości 3,5 km, możliwość odczytania tablic rejestracyjnych z odległości 400 m oraz zoom optyczny 30 x.

GS3-IR to stabilizowana jednosensorowa głowica obserwacyjna, standardowo wyposażona w kamerę termowizyjną. Głowica umożliwia prowadzenie obserwacji w płaszczyźnie horyzontalnej i wertykalnej o zakresie (N x 360°). Obraz w jakości HD może

być przekazywany do wielu odbiorników. Zapis wideo i przetwarzanie obrazu następuje również w głowicy. Identyfikacja człowieka następuje z odległości 1 km, zaś rozpoznanie człowieka z odległości 400 m.

GS30 to trójsensorowa stabilizowana głowica obserwacyjna, standardowo wyposażona w kamerę światła dziennego o wysokiej rozdzielczości, kamerę termowizyjną i dalmierz laserowy. Głowica umożliwia prowadzenie obserwacji w płaszczyźnie horyzontalnej i wertykalnej o zakresie (N x 360°). Obraz może być przekazywany do wielu odbiorników. Zapis obu strumieni wideo i przetwarzanie obrazu następuje na pokładzie głowicy. Głowica GS30 jest integralną częścią systemu obserwacyjnego. Inne cechy GS30: kamera światła dziennego, rozdzielczość obrazu HD (możliwość rozbudowy do systemu Full HD), 30 x zoom optyczny, wykrycie człowieka z odległości 5 km oraz rozpoznanie człowieka z odległości 3 km. G30 posiada komputer pokładowy dedykowany do przetwarzania obrazów na pokładzie głowicy, kamerę termowizyjną LWIR, rozdzielczość obrazu 640x480 oraz dalmierz laserowy.

GS4 to dwusensorowa stabilizowana obserwacyjna wyposażona w kamerę światła dziennego o wysokiej rozdzielczości i kamerę termowizyjną. Uzupelnienie wyposażenia stanowi marker laserowy. Głowica umożliwia prowadzenie obserwacji w płaszczyźnie horyzontalnej i wertykalnej o zakresie (N x 360°). Obraz może być przekazywany do wielu odbiorników. Zapis obu strumieni wideo i przetwarzanie obrazu następuje na pokładzie głowicy. Główne cechy GS4: jakość HD (opcjonalnie Full HD), zoom optyczny 30 x, wykrycie człowieka z odległości 5 km oraz rozpoznanie człowieka z odległości 3 km [9].

Oprócz Manty, firma Flytronic oferuje także samoloty UAV FlyEye, FlySAR oraz dwusilnikowego FT-5 Łoś, a także produkuje szereg głowic obserwacyjnych (w tym opisane powyżej). Jak widać, UAV mogą być bardzo przydatne przy ochronie IK. Mogą, bowiem wyryczać ludzi oraz zapewniać

obserwację z wysokości. Pojedynczy UAV z odpowiednim wyposażeniem potrafi śledzić taki sam obszar jak kilkaset osób. UAV zdają się być coraz bardziej potrzebnymi, a niedługo wręcz niezbędnym środkiem ochrony IK przed potencjalnymi zagrożeniami (awarie techniczne, próby sabotażu itp.). Szczególnie przydatne wydają się UAV pionowego startu i lądowania (zwłaszcza wielowirnikowce), lecz póki co ich wadą jest krótki czas lotu (z reguły 10-40 min) wynikający z pojemności baterii. Technika idzie jednak naprzód i należy się spodziewać, iż w ciągu najbliższej dekady problem ten będzie rozwiązany. Innym problemem jest póki co mała świadomość społeczna na temat przydatności UAV do ochrony. W tym celu należy prowadzić akcje informacyjne wśród odpowiednich służb, organów władzy oraz podmiotów zarządzających IK. Należy jednak podkreślić, iż nawet na polskim rynku da się już zauważyć pierwsze pozytywne praktyczne doświadczenia w ochronie infrastruktury. Przykładowo próby z wykorzystaniem UAV do ochrony tras kolejowych z powodzeniem wykonało PKP. Co zaskakujące, na odcinkach gdzie kolej była nadzorowana przez drony kradzieże spadły o prawie 60% [11].

PKP CARGO użytkowało dotychczas komercyjne chińskie UAV typu DJI Phantom 3 oraz G4 Eagle V2 niemieckiej firmy Multirotor Service Drone [10], lecz ostatnio zakupiono także polskie UAV Bielik firmy Dron House S.A. z Warszawy (<http://www.dronhouse.pl>). PKP opublikowało zdjęcia Bielika z rejestracją SP-YDHL oraz optymistyczne opinie na temat jego użycia. Producent podaje, że Bielik posiada zasięg 5 km, kamerę HD (lub Full HD), zoom 30 x, pułap do 6000 m, zakres działania w temperaturach od -15°C do +50°C, czas lotu 30-50 min, wymiary 80 cm (długość) x 72 cm (szerokość) x 30 cm (wysokość), masa własna 3,5 kg (bez głowicy wideo) oraz prędkość maksymalną do 70 km/h. Bielik posiada rejestrator parametrów lotu FDR oraz może być stabilizowany za pomocą nawigacji satelitarnej (GPS, GLONASS lub BEIDOU). Dzięki systemowi opra-

cowanemu przez firmę Dron House S. A. możliwa jest pełna kontrola nad dronem z wykorzystaniem sieci GSM. Komputer pokładowy DARTSIL został opracowany przez polskich naukowców. Jest to wyspecjalizowane urządzenie bezzałogowe i autonomiczne, pracujące w dwóch trybach pracy: manualnym i automatycznym. Umożliwia autonomiczny lot zgodny z wymaganiami misji określonymi przez operatora. W komputerze DARTSIL zastosowano wieloprotokółową architekturę stosowaną przez światowe koncerny lotnicze.

Dotychczas zaprezentowane tu modele UAV oferowały jedynie przenoszenie kamer oraz czujników. Okazuje się jednak, iż możliwe jest dostosowanie lekkiego drona do przenoszenia uzbrojenia, zarówno bombowego, jak i strzeleckiego. Jako przykład można podać amerykańską konstrukcję TIKAD firmy Duke Robotics Inc. TIKAD to wielowirnikowiec, który na specjalnym zawieszaniu może przenosić różnego rodzaju karabiny i co więcej strzelać z nich precyzyjnie podczas lotu. TIKAD waży 50 kg, może przenosić 13 kg uzbrojenia, a jego a pułap operacyjny sięga 450 m. W 2015 r. TIKAD przeszedł pomyślnie testy w Izraelu.

Podsumowanie

Wzrost ilości lekkich UAV używanych powszechnie sprawia, iż trafiają one także do niepowołanych rąk. Mowa tu zarówno o nieodpowiedzialnych legalnych operatorach naruszających zakazane dla nich rodzaje przestrzeni powietrznych, jak i o osobach chcących dokonać aktu bezprawnej ingerencji przeciw ruchowi lotniczemu. Doświadczenia wskazują, iż nawet lekki dron może stanowić poważne zagrożenie dla bezpieczeństwa portu lotniczego. Należy, więc wdrażać odpowiednie środki zapobiegawcze. Produkcja środków zakłócania lub niszczenia niepożądanych UAV zdaje się być nowym rosnącym rynkiem, który niewątpliwie będzie się dynamicznie rozwijał. W sieci można znaleźć opisy wielu programów zakładających budowę miniaturowych

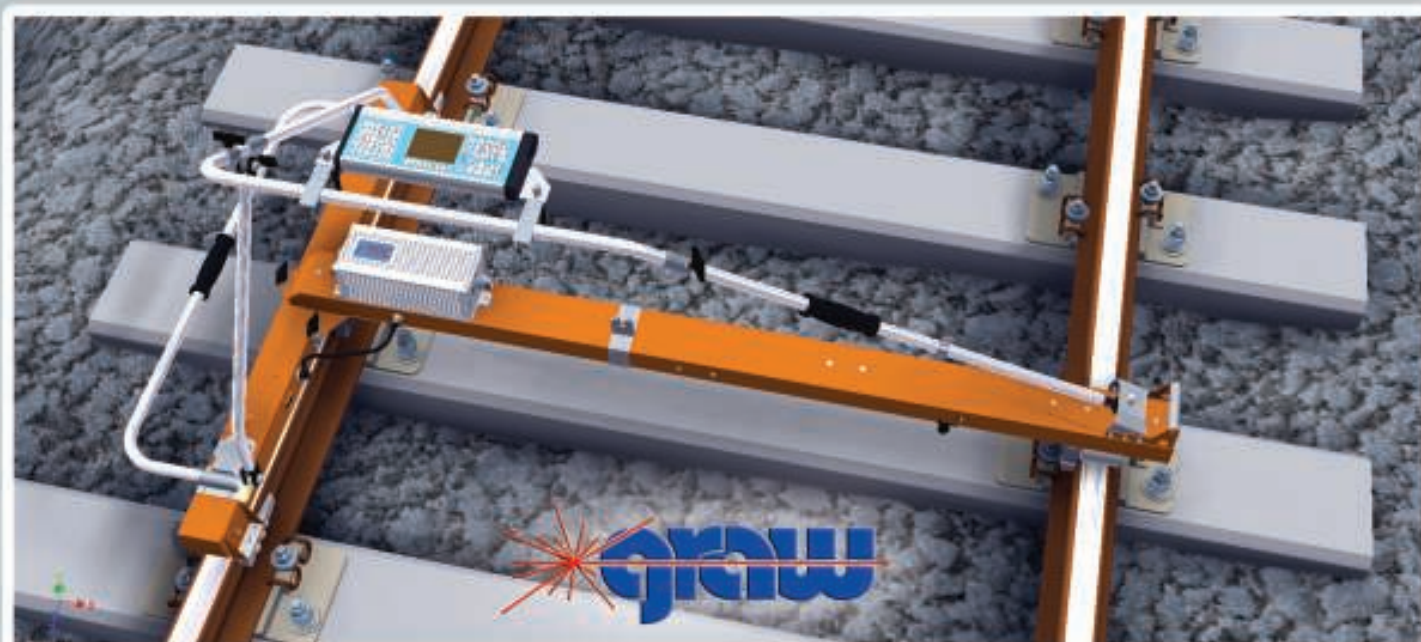
pocisków rakietowych, broni lufowej, a nawet laserów służących do niszczenia dronów. Można przypuszczać, iż za 10-20 lat tego typu wyposażenie może okazać się konieczne na obiektach IK, a zwłaszcza w portach lotniczych. Jest to ważna informacja także dla polskich producentów, którzy powinni oferować i stale rozwijać własne produkty w tym zakresie. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Rynek dronów w Polsce 2016. Świt w dolinie śmierci, praca zbiorowa (red. S. Kosieliński), wyd. Instytut Mikromakro, Warszawa 2016
- [2] Narodowy Program Ochrony Infrastruktury Krytycznej, praca zbiorowa, Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Warszawa 2013, s. 52; <http://rcb.gov.pl/wp-content/uploads/NPOIK-dokument-glowny.pdf>
- [3] <http://www.defence24.pl/239815,bezzalogowce-nacelowniku-jak-przeciwdzialaczagrozeniom>
- [4] <http://www.detectdrones.com>
- [5] <http://www.spidersweb.pl/2015/07/safesky-system-anty-dronowy-z-polski.html>
- [6] <https://www.hertzsystems.com/product/systemy-antydrone/>
- [7] Brzuchalska K., Dron jako narzędzie wspomagające system bezpieczeństwa, w: „Czasopismo Zabezpieczenia” nr 2/2017.
- [8] <http://www.flytronic.pl/Dzialalnosc/Oferta/Manta-VTOL.aspx>
- [9] <http://www.flytronic.pl/Dzialalnosc/Oferta/Glowice-observacyjne.aspx>
- [10] <https://www.multiprotor.net/en/applications/surveillance>
- [11] Żuber M., Infrastruktura krytyczna państwa jako obszar potencjalnego oddziaływania terrorystycznego, w: „Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego” 2014, vol. 8, nr 2
- [12] <https://isis.liveuamap.com/en/2017/6-february-isis-telegram-channels-sharing-tips-on-how-to>
- [13] <https://www.ar15.com/forums/general/-ARCHIVED-THREAD-ISIS-Drone-Strike-on-Iraqi-Humvee/5-1969253/&page=4>
- [14] <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2864691/Drone-near-miss-scare-700ft-Heathrow-airliner.html>
- [15] <http://www.defence24.com/263562,przemysl-zwalcza-nielegalne-drony>
- [16] <https://www.hertzsystems.com/product/systemy-antydrone/>
- [17] <http://www.detectdrones.com>
- [18] <http://www.flytronic.pl>
- [19] <http://www.flytronic.pl/Dzialalnosc/Oferta/Glowice-observacyjne.aspx>
- [20] <http://www.dronhouse.pl>
- [21] <https://dukeroboticsys.com/invest/>

REKLAMA

TOROMIERZ INERCYJNY iTEC Dokładny pomiar strzałek



www.graw.com

Polityka państwa w odniesieniu do lotnisk użytku publicznego

State policy in relation to public airfield



Dariusz Tłoczyński

Dr hab., prof. UG

*Katedra Rynku Transportowego
Uniwersytet Gdański*

Dariusz.tloczynski@ug.edu.pl

Streszczenie: Transport lotniczy jest powszechnie uważany za jeden z filarów gospodarki. W wielu analizach udowodniono tezę, że istnieje ścisła zależność pomiędzy rozwojem transportu lotniczego a rozwojem gospodarki. Zatem wraz ze wzrostem PKB rośnie liczba obsłużonych pasażerów przez porty lotnicze. Głównymi właścicielami portów są podmioty publiczne. To one oraz instytucje rządowe określają kierunki rozwoju gałęzi. W Polsce najważniejszym aktem określającym szczegółowe funkcjonowanie lotnisk jest Program rozwoju lotnisk i lotniczych urządzeń naziemnych. Został on uchwalony w 2005 r. Do tej pory nie określono żadnej strategii rozwoju polskiego lotnictwa cywilnego. Kilkużądaniowe zapisy znajdują się jedynie najnowszych strategiach i dokumentach określających politykę gospodarczą państwa. Zatem istnieje konieczność przede wszystkim dostosowania wspomnianej strategii do obecnych uwarunkowań rynkowych. W oparciu o powyższe przesłanki określono główny cel artykułu, jakim jest sformułowanie obszarów wymagających natychmiastowej korekty w Programie rozwoju lotnisk i lotniczych urządzeń naziemnych. Zakres merytoryczny niniejszego artykułu może służyć jako podstawą dla szerokiej analizy i opracowania kierunków rozwoju polskiego transportu lotniczego.

Słowa kluczowe: Port lotniczy, Polityka transportowa państwa; Lotniska

Abstract: Air transport is one of the elements of the world economy. In many analyzes, it has been argued that there is a close relationship between the development of air transport and the economics development of country. As a result of the increase in GDP, the number of passengers served by airports increases. The main owners of the airports are public entities. They and the governmental institutions determine the direction of branch development. In Poland the most important act defining the detailed functioning of aerodromes is The program of development of airfield and aerial devices (2005). No strategy for the development of Polish civil aviation has been identified so far. The only records are only the latest strategies and documents determining the economic policy of the state. Therefore, it is necessary first and foremost to adapt this strategy to the current market conditions. Based on the above, the main objective of the article is to define the areas requiring immediate correction in the airfield development program. The content of this article may serve as a basis for a broad analysis and development of the directions of Polish air transport.

Keywords: Airports; Airfield; Transport policy

Transport lotniczy jest powszechnie uważany za jeden z filarów gospodarki. W wielu analizach udowodniono tezę, że istnieje ścisła zależność pomiędzy rozwojem transportu lotniczego a rozwojem gospodarki. Zatem wraz ze wzrostem PKB rośnie liczba obsłużonych pasażerów przez porty lotnicze. Głównymi właścicielami portów są podmioty publiczne. To one oraz instytucje rządowe określają kierunki rozwoju gałęzi.

Instytucje publiczne mogą wpły-

wać na funkcjonowanie portów lotniczych na wielu płaszczyznach:

- tworzeniu ram, opracowań, założeń, koncepcji, polityki, strategii dla rozwoju transportu lotniczego,
- wspieraniu regionalnego transportu lotniczego w ujęciu strategicznym przez władze samorządowe,
- wpływie na działalność podmiotów lotniczych poprzez udział

właścicielski,

- wspieraniu działalności lotniczej w regionie,
- przyciąganiu nowych przewoźników lotniczych,
- współtworzeniu oraz współfinansowaniu kampanii promocyjnych związanych z regionalnym transportem lotniczym.

Biorąc pod uwagę stopień zaangażowania instytucji publicznych w działalność lotniczą. Powyższe dzia-

Tab. 1. Rejestr Lotnisk Cywilnych prowadzony jest zgodnie z art. 58 ust. 1 ustawy Prawo lotnicze [1]

L.P.	NAZWA LOTNISKA	NR REJESTRACYJNY	ZARZĄDZAJĄCY	DOSTĘPNOŚĆ DLA UŻYTKOWNIKÓW	Rodzaj nawierzchni	KOD ICAO	ROK WPISU
1.	Aleksandrowice k/Bielska-Białej	1	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPBA	1969
2.	Poznań/Kobylnica	2	Aeroklub Poznański im. Wandy Modlibowskiej	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPPK	1969
3.	Radawiec k/Lublina	3	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPLR	1969
4.	Katowice Muchowiec	4	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	sztuczna	EPKM	1969
5.	Lisie Kąty k/Grudziądz	5	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPGI	1969
6.	Michałków k/Ostrów Wlkp.	6	Aero Partner Sp z o.o.	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPOM	1969
7.	Inowrocław	7	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPIN	1969
8.	Strzyżewice k/Leszna	8	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPLS	1969
9.	Żar k/Żywca	9	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPZR	1969
10.	Jelenia Góra	10	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPJG	1969
11.	Gotartowice k/Rybnika	11	Aeroklub Rybnickiego Okręgu Węglowego	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPRG	1969
12.	Mielec	12	Lotnisko Mielec Sp. z o.o.	publiczne o ograniczonej certyfikacji	sztuczna	EPML	1969
13.	Lubin	14	Aeroklub Zagłębia Miedziowego	publiczne niepodlegające certyfikacji	sztuczna	EPLU	1987
14.	Świdnik	15	Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego „PZL - Świdnik” S.A.	wyłączne	sztuczna	EPSW	1969
15.	Łososina Dolna k/Nowego Sącza	16	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPNL	1969
16.	Przylep k/Zielonej Góry	17	Aeroklub Polski	publiczne o ograniczonej certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPZP	1969
17.	Gliwice	18	Górnośląska Agencja Przedsiębiorczości i Rozwoju Sp. z o.o.	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPGL	1969
18.	Jeżów Sudecki k/Jeleniej Góry	19	Aeroklub Polski	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPJS	1969
19.	Iwonicz	21	Aeroklub Polski	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPIW	1969
20.	Krosno	22	Gmina Krosno	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPKR	1969
21.	Piotrków Trybunalski	23	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	sztuczna	EPPT	1969
22.	Masów k/Kielc	24	Aeroklub Polski	wyłączne	sztuczna	EPKA	1969
23.	Pobiednik k/Krakowa	25	Aero Partner Sp z o.o.	publiczne o ograniczonej certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPKP	1969
24.	Płock	26	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPPL	1970
25.	Kruszyn k/Włocławka	27	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPWK	1970
26.	Turbia k/Stalowej Woli	29	Aeroklub Polski	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPST	1970
27.	Białystok Krywlany	30	Aero Partner Sp z o.o.	publiczne o ograniczonej certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPBK	1970
28.	Dajtki k/Olsztyna	31	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	sztuczna	EPOD	1970
29.	Piastów k/Radomia	32	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	bez nawierzchni sztucznej	EPRP	1971
30.	Nowy Targ	33	Aeroklub Polski	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPNT	1971

Tab. 1. ciąg dalszy. Rejestr Lotnisk Cywilnych prowadzony jest zgodnie z art. 58 ust. 1 ustawy Prawo lotnicze [1]

L.P.	NAZWA LOTNISKA	NR REJESTRACYJNY	ZARZĄDZAJĄCY	DOSTĘPNOŚĆ DLA UŻYTKOWNIKÓW	Rodzaj nawierzchni	KOD ICAO	ROK WPISU
31.	Polska Nowa Wieś k/Opola	34	Aeroklub Polski	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPOP	1971
32.	Łódź - Lublinek	35	Port Lotniczy Łódź im. Władysława Reymonta Sp. z o.o.	publiczne	sztuczna	EPLL	1971
33.	Szczecin Dąbie	37	Aeroklub Polski	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPSD	1971
34.	Chopina w Warszawie	38	Przedsiębiorstwo Państwowe "Porty Lotnicze"	publiczne	sztuczna	EPWA	1972
35.	Poznań - Ławica	39	Port Lotniczy Poznań – Ławica Sp. z o.o.	publiczne	sztuczna	EPPD	1972
36.	Toruń	40	Aeroklub Polski	publiczne niepodlegające certyfikacji	sztuczna	EPTO	1972
37.	Gdańsk im. Lecha Wałęsy	41	Port Lotniczy Gdańsk Sp. z o.o.	publiczne	sztuczna	EPGD	1974
38.	Kętrzyn	43	Aeroklub Krainy Jezior	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPKE	1975
39.	Elbląg	44	Aeroklub Polski	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPEL	1992
40.	Suwałki	45	Aeroklub Polski	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPSU	1992
41.	Rzeszów - Jasionka	48	Port Lotniczy Rzeszów-Jasionka Sp. z o.o.	publiczne	sztuczna	EPRZ	2000
42.	Szczecin - Goleniów	49	Port Lotniczy Szczecin - Goleniów Sp. z o.o.	publiczne	sztuczna	EPSC	2000
43.	Zamość	50	Aeroklub Polski	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPZA	2000
44.	Krępa k/Słupska	52	Aeroklub Polski	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPSK	2002
45.	Rzeszów	53	Ośrodek Kształcenia Lotniczego Politechniki Rzeszowskiej	wyłączne	sztuczna	EPRJ	2002
46.	Katowice - Pyrzowice	54	Górnosląskie Towarzystwo Lotnicze S.A.	publiczne	sztuczna	EPKT	2003
47.	Bydgoszcz - Szwederowo	55	Port Lotniczy Bydgoszcz S.A. im. Ignacego Jana Paderewskiego	publiczne	sztuczna	EPBY	2005
48.	Kraków - Balice	56	Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków – Balice Sp. z o.o.	publiczne	sztuczna	EPKK	2005
49.	Wrocław - Strachowice	57	Port Lotniczy Wrocław S.A.	publiczne	sztuczna	EPWR	2005
50.	Zielona Góra - Babimost	58	Przedsiębiorstwo Państwowe "Porty Lotnicze"	publiczne	sztuczna	EPZG	2005
51.	Olsztyn-Mazury	59	Warmia i Mazury Sp. z o.o.	publiczne	sztuczna	EPSY	2005
52.	Warszawa/Modlin	60	Mazowiecki Port Lotniczy Warszawa - Modlin Sp. z o.o.	publiczne	sztuczna	EPMO	2010
53.	Bagicz k/Kołobrzegu	61	Lotnisko Bagicz Sp. z o.o.	wyłączne	sztuczna	EPKG	2012
54.	Warszawa - Babice	62	Centrum Usług Logistycznych	wyłączne	sztuczna	EPBC	2012
55.	Lublin	63	Port Lotniczy Lublin S.A.	publiczne	sztuczna	EPLB	2012
56.	Radom - Sadków	64	Port Lotniczy Radom S.A.	publiczne o ograniczonej certyfikacji	sztuczna	EPRA	2014
57.	Kaniów	65	Bielski Park Technologiczny Lotnictwa, Przedsiębiorczości i Innowacji Sp. z o.o.	publiczne o ograniczonej certyfikacji	sztuczna	EPKW	2014
58.	Deputytze Królewskie	66	Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie	wyłączne	bez nawierzchni sztucznej	EPCD	2014
59.	Rudniki k/Częstochowy	67	Aero Partner Sp z o.o.	publiczne niepodlegające certyfikacji	sztuczna	EPRU	2017
60.	Sanok - Baza	68	Lotnicze Pogotowie Ratunkowe	wyłączne	sztuczna	EPSA	2017

łania mogą nosić charakter aktywny lub pasywny. Nie mniej jednak należy wskazać na zaangażowanie sektora publicznego w rozwój działalności przewozowej oraz związanej z zarządzaniem infrastrukturą. Poziom wpływu na wskazane rodzaje działalności jest zróżnicowany. Jednak ingerencja państwa w działalność przewozową wpływa także w spo-

sób pośredni na działalność związaną z zarządzaniem infrastrukturą i odwrotnie.

Uwarunkowania funkcjonowania lotnisk użytku publicznego

W Polsce funkcjonuje kilkadziesiąt lotnisk użytku publicznego. Zgodnie z art. 2 ust. 4 ustawy Prawo lotnicze

[8] lotnisko to wydzielony obszar na lądzie, wodzie lub innej powierzchni w całości lub części przeznaczony do wykonywania startów, lądowań i naziemnego ruchu statków powietrznych, wraz ze znajdującymi się w jego granicach obiektami i urządzeniami budowlanymi o charakterze trwałym, wpisany do rejestru lotnisk. Wykaz lotnisk Cywilnych

Tab. 2. Charakterystyka podmiotów zarządzających lotniskami komercyjnymi [6]

Port lotniczy	Forma prawna	Kod IATA	Kod ICAO	Rok powstania lotniska	Kapitał zakładowy w zł	Udziałowcy / akcjonariusze w %				Ruch lotniczy w 2016 r. w tys. pasażerów
						Miasto (a)	Region	Przedsiębiorstwa, stowarzyszenia, osoby fizyczne	PPL	
Bydgoszcz	S.A.	BZG	EPBY	1929 (1995)	73 549 710	22,62 – Bydgoszcz, 0,05 – Toruń, 0,01 – Inowrocław, ~0,00 - Sicienko	68,50	1,20	7,62	322
Gdańsk	Sp. z o. o.	GDN	EPGD	1919/1974 (1993)	125 290 000	33,62 – Gdańsk, 2,23 – Gdynia, 2,19 - Sopot	32,89	0	29,09	3964
Katowice	S.A.	KTW	EPKT	1940 (1991)	137 099 300	4,89 - Katowice	34,87	42,48	17,30	3188
Kraków	Sp. z o. o.	KRK	EPKK	1964 (1996)	101 232 000	1,04 – Kraków, 0,04 - Zabierzów	22,73	0	76,19	4974
Lublin						58,42 – Lublin, 5,39 - Świdnik	36,19	0	0	377
Łódź	Sp. z o. o.	LCJ	EPLL	1925 (2004)	162 737 500	94,29 – Łódź	5,71	~0,00	0	241
Modlin	Sp. z o. o.	WMI	EPMO	1937 (2005)	323 824 500	4,91 – Nowy Dwór Mazowiecki	30,37	34,43	30,39	2859
Olsztyn	Sp. z o. o.	SZY	EPSY	lata 30. XX w. (1996/2015)	2 275 000	0	100,00	0	0	41
Poznań	Sp. z o. o.	POZ	EPP0	1921 (1997)	290 385 000	37,00 - Poznań	24,00	0	39,00	1689
Radom	S.A.	RDO	EPRA	2006 (2014)	83 906 500	100,00 - Radom	0	0	0	9
Rzeszów	Sp. z o. o.	RZE	EPRZ	1940 (2007)	470 642 600	0	53,78	0	46,22	661
Szczecin	Sp. z o. o.	SZZ	EPSC	1967 (2001)	135 550 000	33,39 – Szczecin, 3,35 - Goleniów	13,52	0	49,74	466
Warszawa	PP	WAW	EPWA	1920/1934		0	0	0	100	12791
Wrocław	S.A.	WRO	EPWR	1932 (1992)	206 830 000	31,11	0	19,74	31,11	2371
Zielona Góra*	Sp. z o. o.	IEG	EPZG	brak danych	380 000	0	100	0	0	9

przedstawiono w tabeli 1. Lotniska można podzielić według różnych kryteriów, m.in. funkcji, wielkości obsługiwanego ruchu, własności oraz kryterium technicznego [4]. Ustawa precyzuje także pojęcie części lotniczej lotniska jako obszar trwale przeznaczony do startów i lądowań statków powietrznych oraz do związanego z tym ruchu statków powietrznych, wraz z urządzeniami służącymi do obsługi tego ruchu, do którego dostęp jest kontrolowany. Spośród wymienionych w tabeli lotnisk należy wyróżnić lotniska użytku publicznego wykorzystywane do lotów handlowych – porty lotnicze. Takie wydzielenie jest to konieczne z uwagi na ich rolę w systemie transportowym. Jako główne funkcje portów lotniczych należy wskazać:

- społeczną,
- transportową,
- ekonomiczną [5].

Najwięcej pasażerów oraz największy ruch samolotów jest obsługiwany na lotniskach komercyjnych. Strukturę właścicielską oraz ruch lotniczy przedstawiono w tabeli 2.

W krajach Unii Europejskiej, w większości portów lotniczych dominuje własność publiczna - państwa lub władz lokalnych. W Polsce wszystkie porty, są przedsiębiorstwami publicznymi w rozumieniu art. 106 ust. 1 Traktatu o Funkcjonowaniu Unii Europejskiej [7], we wszystkich portach w strukturze kapitału dominuje własność publiczna.

Płaszczyzny ingerencji państwa w rynek usług transportu lotniczego

Transport lotniczy jest częścią gospodarki w której, zasady funkcjonowania i dostępu do rynku i infrastruktury są przedmiotem regulacji. Sposób i zakres ingerencji państwa zależy od relacji między „niedoskonałym rynkiem” i „niedoskonałym państwem”, a także od zmian w

poziomie zaufania do regulacji rynkowej i regulacji państwa. W branżach infrastrukturalnych celem interwencjonizmu jest zapewnienie dostępności wysokiej jakości usług. Ponadto w transporcie lotniczym ważną rolę odgrywają kwestie bezpieczeństwa operacji lotniczych, które są przedmiotem regulacji rynkowych [3].

Literatura ekonomiczno-prawna wskazuje dwa podejścia do problematyki regulacji rynku lotniczego. Pierwsze dotyczy tych krajów, które dysponują niewielkim potencjałem konkurencyjnym transportu lotniczego. Natomiast państwa, w których potencjał konkurencyjny jest znaczny, możliwość rozszerzenia własnego udziału w transporcie lotniczym upatrują we wprowadzeniu konkurencji. Sposób ich działania jest związany z teorią liberalizmu. Także analizy zespołu z SGH wskazują, że regulację można postrzegać na dwóch obszarach, jako działanie władzy w celu tworzenia ram instytucjonalnych dla procesów rynkowych oraz jako bezpośrednią interwencję w procesy rynkowe, poprzez polityczne sterowanie rynkowymi systemami ekonomicznymi [3].

Wpływ państwa na rynek usług transportu lotniczego realizowany na płaszczyźnie ekonomicznej, nie powinien odbiegać od powszechnych założeń polityki ekonomicznej Państwa. Najważniejszym celem ekonomicznej regulacji usług lotniczych jest:

- dostępność usług transportu lotniczego dla regionów,
- zapewnienie dostatecznej zdolności przewozowej,
- zapewnienie odpowiedniego standardu usług lotniczych w zakresie: bezpieczeństwa lotów, ciągłości lotów, punktualności oraz wygody podróżowania,
- ochrony interesów konsumentów w odniesieniu do odpowiedzialności przewoźnika za nienależyte wypełnienie zobowiązań i

szkody w transporcie lotniczym,

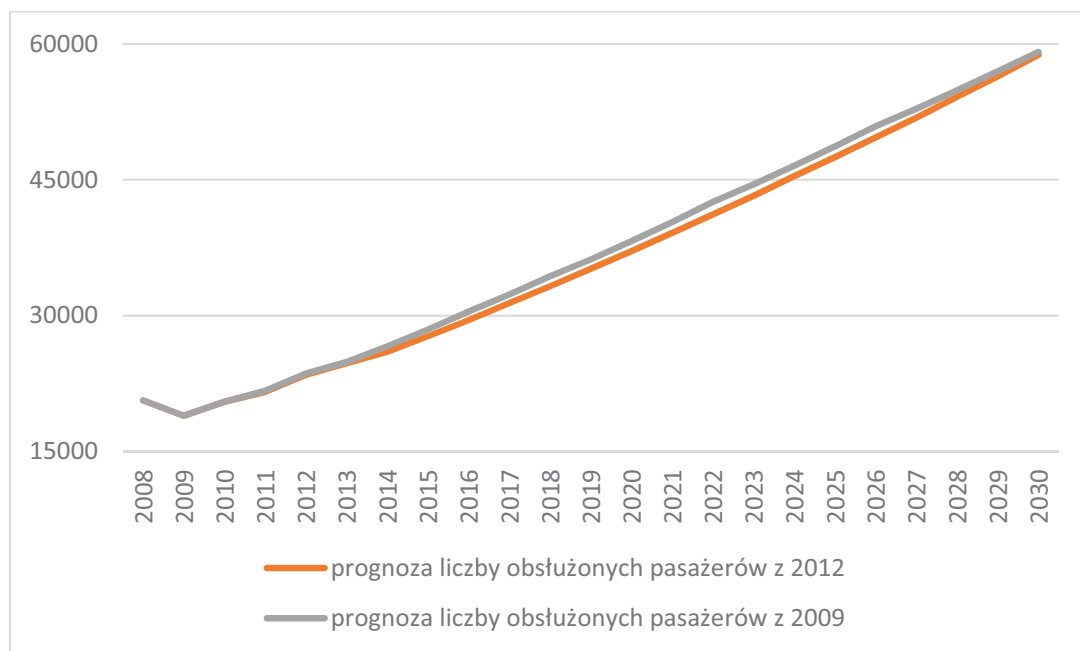
- racjonalne (niezawyżone i niedyskryminacyjne taryfy) i warunki ich stosowania [10].

Niezależnie od powyższych celów państwo realizuje także cele związane z optymalizacją udziału na rynkach międzynarodowych. Temu celowi M. Żylicz podporządkowuje cele cząstkowe:

- popieranie rozwoju działalności i zwiększenia konkurencyjności własnych przewoźników lotniczych, skierowanej na eksport ich usług oraz zmniejszenie wydatków na opłacanie usług obcych przewoźników wykonywanych na rzecz państwa,
- popieranie rozwoju sieci krajowych portów lotniczych i zwiększanie ich wykorzystania w obsłudze lotów międzynarodowych w konkurencji z innymi portami międzynarodowymi,
- kontrolowanie działalności obcych przedsiębiorstw lotniczych pod kątem zabezpieczenia interesów narodowego transportu lotniczego,
- czuwanie nad wypracowaniem dobrych warunków współpracy dla polskich przewoźników funkcjonujących na rynkach międzynarodowych [10].

Rola państwa w odniesieniu do rynku usług transportu lotniczego jest realizowana na dwóch płaszczyznach ekonomicznej i społecznej. W tym celu znajdują zastosowanie różne formy działania i instrumenty prawne, można je ująć w następujących kategoriach:

- regulacja uczestnictwa na rynku usług transportu lotniczego według ICAO, obejmuje prawa podstawowe, jacy przewoźnicy i na jakich trasach mogą wykonywać określonego rodzaju loty i przewozy oraz prawa pomocnicze – operacyjne szczegółowo określające dostęp do rynku, np.



1. Prognoza ruchu lotniczego z 2008 r. i 2012 r., Źródło: ULC

dostęp do infrastruktury lotniczej (drogi startowe, terminale, bramki), dostęp do slotów ,

- regulacja wykonywania usług odnosi się do przewoźników lotniczych oraz innych podmiotów analizowanego rynku. Do najważniejszych instrumentów zalicza się regulację zdolności przewozowej, regulację polityki cenowej, programowanie tras i usług pomocniczych dla transportu lotniczego. W wyniku powyższych działań powinno nastąpić niwelowanie niesprawności konkurencji oraz jej skutków na krajowym i międzynarodowym rynku usług transportu lotniczego,
- bezpieczeństwa w sektorze transportu lotniczego,
- obowiązek służby publicznej (PSO ang. public service obligation), polegający na nałożeniu przez regulatora na operatorów lotniczych obowiązku obsługi danej służby powietrznej na określonych zasadach,
- inne, np. odnoszące się do efektów zewnętrznych, ochrony praw pasażerów, ochrony środowiska [9].

Na polskim rynku usług transportu lotniczego rolę regulatora pełni Minister odpowiedzialny za transport oraz powołana ustawą instytucja – Urząd Lotnictwa Cywilnego. Ich zadania oraz kompetencje są określone w ustawie Prawo lotnicze. Ustawa precyzuje narzędzia kontroli, nadzoru finansowego oraz planowania. Wśród narzędzi planowania ustawa wskazuje na generalny plan lotniska, plan skuteczności działania służb żeglugi powietrznej oraz plany PAŻP

Do zadań Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego, powoływanego przez premiera RP na wniosek Ministra, należą sprawy związane z lotnictwem cywilnym, niezastrzeżone w ustawie Prawo lotnicze i innych aktach prawnych, a także sprawy związane z wykonywaniem funkcji organu administracji lotniczej i nadzoru lotniczego, określonych w ustawie Prawo lotnicze oraz funkcji władzy lotniczej w rozumieniu umów i przepisów międzynarodowych, w tym związanych z regulacją rynku usług lotniczych.

Program rozwoju sieci lotnisk i lotniczych urządzeń naziemnych – postulowane zmiany

Program rozwoju sieci lotnisk i lotniczych urządzeń naziemnych jest podstawowym dokumentem rządowym określającym kierunki rozwoju infrastruktury lotniskowej i nawigacyjnej w Polsce. Został przyjęty Uchwałą Rady Ministrów 8 maja 2007 r. Program powstał we współpracy z Zespołem, w skład którego weszli przedstawiciele ministra właściwego ds. finansów, Ministra Obrony Narodowej, ministra właściwego ds. rozwoju regionalnego, ministra właściwego ds. wewnętrznych, ministra właściwego ds. administracji, ministra właściwego ds. środowiska, ministra właściwego ds. transportu oraz Urzędu Lotnictwa Cywilnego, Przedsiębiorstwa Państwowego „Porty Lotnicze”, Aeroklubu Polskiego, Polskich Linii Lotniczych LOT S.A., a także Związku Regionalnych Portów Lotniczych.

Do czasu przyjęcia Programu lotnictwo cywilne w Polsce nie dysponowało planem rozwoju infrastruktury lotniczej, określającym kierunki rozwoju infrastruktury lotniczej na nadchodzące lata, działania

niezbędne do realizacji tych celów, podmioty odpowiedzialne za ich realizację oraz źródła finansowania.

Program stanowił podstawę do tworzenia programów operacyjnych zawierających inwestycje w sektorze lotnictwa cywilnego na lata 2007-2013, które były wspierane ze środków Unii Europejskiej (w ramach Programu Infrastruktura i Środowisko, programów regionalnych). Był również podstawą zatwierdzenia przez Komisję Europejską wsparcia w ramach Funduszu Spójności oraz Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Program zdefiniował nowe narzędzia wpływu Ministra na rozwój infrastruktury portów lotniczych należących do sieci TEN-T (stanowiących podstawową infrastrukturę lotniskowa kraju) oraz infrastruktury komunikacji, nawigacji oraz dozoru (w ramach realizacji zwierzchnictwa w polskiej przestrzeni powietrznej).

Przez okres dziesięciu lat od momentu zatwierdzenia programu zasadniczo zmienił się rynek usług transportu lotniczego. W 2007 na rynku funkcjonowało 11 portów lotniczych, w których obsłużono 19 mln pasażerów, wykonano 264 tys. operacji lotniczych, współczynnik mobilności wyniósł 0,45. Obecnie po 10. latach działalność prowadzi 15 portów lotniczych, obsługujących 35 mln pasażerów. W 2016 r. wykonano 310 tys. operacji, a współczynnik mobilności wyniósł 0,9. Prognoza przedstawiona w koncepcji oraz obecna prognoza znacznie się różnią.

Większa dynamika ruchu lotniczego oraz zmiany rynkowe wymuszają konieczność aktualizacji lub opracowania nowego programu dla Polski.

Dokonując aktualizacji programu powinno się uwzględnić:

- ryzyko z tytułu budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego dla Polski oraz z funkcjonowania małych, nierentownych portów regionalnych,
- konkurencję międzygałęziową

– jej skutki dla funkcjonowania polskiego rynku,

- konieczność zapewnienia kompletności infrastruktury drogowej oraz kolejowej względem lotnisk użytku publicznego,
- zmiany w zachowaniach transportowych mieszkańców Polski,
- możliwości prywatyzacji regionalnych portów lotniczych oraz sprzedaży Lotniska im. Chopina w Warszawie,
- zmianę zaangażowania państwa w działalność portów lotniczych na rzecz instytucji samorządowych, przy jednoczesnym utrzymaniu funkcji publicznej wynikającej z obsługi ruchu publicznego,
- realizację procesów inwestycyjnych w portach lotniczych, w szczególności w dużych regionalnych, zaproponować nowe koncepcje rozwoju lotnisk lokalnych,
- większą współpracę pomiędzy portami lotniczymi a instytucjami naukowo-badawczymi, w tym szkolnictwem wyższym w zakresie wykorzystywania know-how oraz wdrażania procesów innowacyjnych,
- mniejszą dostępność środków pomocowych z Unii Europejskiej,
- nowe trendy w światowym i europejskim transporcie lotniczym oraz poddać analizie czynniki wpływające na zmienność warunków rynkowych,
- dążenie do ograniczenia negatywnego wpływu transportu lotniczego, w tym portów na środowisko naturalne,
- zaangażowanie portów w działalność CSR oraz dążenie do zrównoważonego rozwoju.

Podsumowanie

Mimo pilnej konieczności aktualizacji programu dla transportu lotniczego oraz świadomości władz rządzących, dotychczas nie podjęto zmian.

Przedstawione propozycje zmian winny być przedmiotem szybkiej oceny w celu implementacji. Jednocześnie szersza ich analiza powinna być początkiem do dyskusji dla środowisk związanych z transportem lotniczym. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Dane Urzędu Lotnictwa Cywilnego
- [2] Kociubiński J., Szczególne kategorie przedsiębiorstw w europejskim prawie konkurencji. „Pałestra” 2012, nr 5 – 6 (57).
- [3] Marciszewska E., Rola regulatorów w kształtowaniu podstaw funkcjonowania i rozwoju transportu lotniczego, „Logistyka” 2014, nr 2, wersja elektroniczna.
- [4] Porty lotnicze, pod red. A. Rucińskiego, FRUG, Gdańsk 2006.
- [5] Ruciński A., Rucińska D., Tłoczyński D., Transport lotnicze. Ekonomia i Organizacja, Wyd. UG, Gdańsk 2012.
- [6] Strony internetowe polskich portów lotniczych
- [7] Traktat o Funkcjonowaniu Unii Europejskiej, Dz. Urz. UE z 26.10.2012, C 83/47
- [8] Ustawa Prawo lotnicze (Dz. U. z 2012 roku., poz. 933 z późn. zm.)
- [9] Walulik J., Reforma regulacyjna. Przykład transportu lotniczego, Instytut Wydawniczy Euro-Pravo, Warszawa 2013.
- [10] Żylicz M., Prawo lotnicze. Międzynarodowe, europejskie i krajowe, Wyd. Prawnicze LexisNexis, Warszawa 2002.

Analiza progów rentowności polskich regionalnych portów lotniczych

Analysis of break-even points of Polish regional airports



Wojciech Augustyniak

Dr nauk ekonomicznych

*Uniwersytet Ekonomiczny w
Poznaniu, Katedra Mikroekonomii*

w.augustyniak@ue.poznan.pl

Streszczenie: Problematyczność wysokich kosztów budowy naziemnej infrastruktury lotniczej nie kończy się po fazie planowania i budowy nowych portów lotniczych. Po oddaniu infrastruktury w użytkowanie koszty jej amortyzacji i utrzymania przez lata stanowią znaczący udział w kosztach związanych z działalnością portów lotniczych. Wysoki udział kosztów stałych jest bezpośrednim powodem występowania silnej dźwigni operacyjnej. W efekcie koniecznością staje się zapewnienie młodym portom lotniczym zewnętrznego finansowania w początkowym okresie ich rozwoju. Właściciele spółek zarządzających wyżej wspomnianą infrastrukturą powinni być zatem żywo zainteresowani kwestią jak najszybszego osiągnięcia progu rentowności, a w konsekwencji zdjęciem ciężaru bezpośredniego subsydiowania działalności lotniczej w regionie. Celem niniejszego artykułu jest analiza progów rentowności w polskich regionalnych portach lotniczych jako przyczynek do dyskusji o możliwych minimalnych wolumenach przewozowych i przychodach, które nowo powstające porty lotnicze muszą osiągnąć, by jako spółki nie generowały straty. Główną metodą badawczą są narzędzie oparte na funkcjach regresji.

Słowa kluczowe: *Porty lotnicze; Rentowność; Próg rentowności*

Abstract: The problematic nature of the high costs of building terrestrial aviation infrastructure does not end after the planning phase and the construction of new airspace. After the infrastructure has been commissioned, the cost of its depreciation and maintenance over the years represents a significant contribution to the cost of operating the airport. The high share of fixed costs is a direct reason for strong leverage. As a result, it is imperative to provide external financing to young airports at an early stage of their development. Owners of companies managing the above-mentioned infrastructure should be vividly concerned about the earliest possible break-even point, and consequently, the burden of direct subsidizing aviation activities in the region. The purpose of this article is to analyze the profitability thresholds at Polish regional airports as a means to discuss possible minimum volumes and revenues that emerging airports need to achieve as they do not generate losses. The main research method is a tool based on regression functions.

Keywords: *Airports; Profitability; Break-even point*

Podczas spotkań branżowych i konferencjach naukowych poświęconych budowie nowych portów lotniczych bardzo często pojawia się pytanie o prognozy finansowe dwóch rodzajów. Pierwszy z nich stanowią pytania o efekty gospodarcze generowane przez nowopowstały port lotniczy. Skutki bezpośrednie, pośrednie, stymulowane i indukowane są badane modelami nakładów i efektów [6], kosztów i korzyści [7] oraz modelami katalitycznymi [8].

Nieco prostsze wydają się próby odpowiedzi na drugi typ pytań tj. "Kiedy port lotniczy przestanie gene-

rować straty?" lub bardziej precyzyjnie "Jaki minimalny ruch pasażerski pozwoli osiągnąć próg rentowności spółce zarządzającej?". Oba pytania wydają się interesować najbardziej właścicieli tych podmiotów, którymi w polskich realiach najczęściej są samorządy na szczeblu gminy i województwa przy współudziale z Przedsiębiorstwem Państwowym "Porty Lotnicze".

W literaturze naukowej można spotkać ilościowe progi rentowności w okolicach 1 mln obsłużonych pasażerów rocznie (PAX) dla większych portów lotniczych oraz około

0,5 mln PAX w przypadku lokalnych lotnisk. Przykładem takiego opracowania jest badanie dr Adler [2], której zespół przebadał 85 europejskich, regionalnych portów lotniczych o ruchu poniżej 1,5 mln PAX w okresie 2002-2009. Otrzymano próg rentowności dla ruchu o wielkości 0,464 mln PAX i wykazano, że z powodu rosnących obciążeń kosztowych (np. z powodu zaostrzonych przepisów dotyczących bezpieczeństwa) na przestrzeni dekady próg wzrósł o 100%.

Inną analizą tego typu jest praca Bubalo [2], w której autor porównuje

Tab. 1. Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 1-136, zmienna zależna (Y): Zysk_netto, zmienna niezależna PAX (liczba obsłużonych pasażerów)

	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
Const	-12834,1	1477,77	-8,685	<0,0001	***
PAX	0,0128747	0,00100185	12,85	<0,0001	***
Średn.aryt.zm.zależnej	558,8729		Odch.stand.zm.zależnej	18187,74	
Suma kwadratów reszt	2,00e+10		Błąd standardowy reszt	12218,11	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,552058		Skorygowany R-kwadrat	0,548715	
F(1, 134)	165,1459		Wartość p dla testu F	3,94e-25	
Logarytm wiarygodności	-1471,820		Kryt. inform. Akaike'a	2947,640	
Kryt. bayes. Schwarza	2953,465		Kryt. Hannana-Quinna	2950,007	

Źródło: opracowanie własne

Tab. 2. Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 1-136, zmienna zależna (Y): Zysk_netto, zmienna niezależna REV (przychód ze sprzedaży w tys. pln)

	Współczynnik	Błąd stand.	t-Studenta	wartość p	
Const	-12362,4	1710,40	-7,228	<0,0001	***
REV	0,263180	0,0254579	10,34	<0,0001	***
Średn.aryt.zm.zależnej	558,8729		Odch.stand.zm.zależnej	18187,74	
Suma kwadratów reszt	2,48e+10		Błąd standardowy reszt	13616,12	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,443686		Skorygowany R-kwadrat	0,439535	
F(1, 134)	106,8712		Wartość p dla testu F	8,84e-19	
Logarytm wiarygodności	-1486,553		Kryt. inform. Akaike'a	2977,107	
Kryt. bayes. Schwarza	2982,932		Kryt. Hannana-Quinna	2979,474	

Źródło: opracowanie własne

210 europejskich portów lotniczych różnej wielkości w okresie (2002-2010). Analizy regresji wykazały, że porty lotnicze zazwyczaj osiągają próg rentowności na poziomie EBIT po przekroczeniu około 1 mln PAX. Analiza danych empirycznych wykazała również, że wyniki finansowe znacząco wyższe od zera są uzyski-

wane tylko przez przedsiębiorstwa o ruchu co najmniej 2 mln PAX. Autor wskazuje również, że stosowanie miar średnich może być krzywdzące dla skrajnie małych i skrajnie dużych podmiotów omawianych w tych analizach. Proponuje w takim przypadku stosować algorytm Profitability Envelope, który wyznacza wzorzec

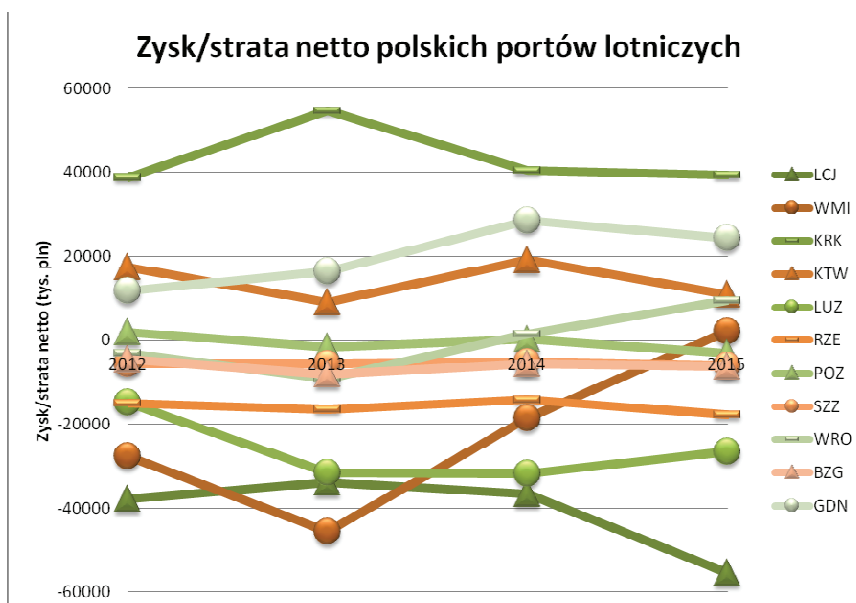
(benchmark) dla poszczególnych lotnisk spośród innych podmiotów podobnej wielkości.

Dane

W badaniu korzystano z danych o zrealizowanym ruchu pasażerskim w ujęciu rocznym dostępnych na stronach Urzędu Lotnictwa Cywilnego [5] oraz z danych finansowych udostępnionych w Monitorach Polskich B, a publikowanych w bazie Emerging Markets Information Services [4]. Zbudowana baza danych liczyła 136 obserwacji gromadząc informacje o ruchu pasażerskim, przychodach ze sprzedaży i zysku netto w 11 polskich regionalnych portach lotniczych w latach:

- Port lotniczy Kraków-Balice (KRK): 2000-2015
- Port lotniczy Gdańsk-Rębiechowo (GDN): 2000-2015
- Międzynarodowy Port Lotniczy Katowice w Pyrzowicach (KTW): 2000-2015
- Port lotniczy Warszawa-Modlin (WMI): 2012-2015
- Port lotniczy Wrocław-Strachowice (WRO): 2000-2015
- Port lotniczy Poznań-Ławica (POZ): 2000-2015
- Port lotniczy Rzeszów-Jasionka (RZE): 2009-2015
- Port lotniczy Szczecin-Goleniów (SSZ): 2001-2015
- Port lotniczy Lublin (LUZ): 2012-2015
- Port lotniczy Bydgoszcz (BZG): 2000-2015
- Port lotniczy Łódź (LCJ): 2004-2015

W badaniu nie uwzględniono warszawskiego Lotniska Chopina z trzech powodów. Pierwszy to odmienny charakter działalności, który bazuje w dużej mierze na przewoźnikach tradycyjnych, pasażerach transferowych i systemie hub-and-spoke. Drugim powodem jest o wiele większa skala działalności, która mogłaby



1. Zysk/strata netto polskich portów lotniczych w latach 2012-2015 w tys. pln.

Źródło: opracowanie własne

zaburzyć istotność równań regresji. Trzeci powód to brak możliwości uzyskania danych finansowych. Zgodnie z informacją uzyskaną korespondencyjnie od zarządu P.P. "Porty Lotnicze", spółka nie prowadzi osobnych ksiąg finansowych dla ww. lotniska.

Wykres 1. przedstawia zysk/stratę netto w analizowanych przedsiębiorstwach w ostatnich 4 latach analizy. Można z niego odczytać potwierdzenie tezy Bubalo. Duże porty lotnicze o ruchu powyżej 2 mln PAX tj. krakowski KRK, katowicki KTW i gdański GDN faktycznie odnotowują stosunkowo wysokie zyski netto tj. w zakresie 10-50 mln pln. Wynik finansowy portów średnich tj. o wielkości ruchu PAX 1-2 mln oscyluje wokół progu rentowności, a porty mniejsze zazwyczaj notują stratę w wysokości dochodzącej nawet do -50 mln (łódzki LCJ w 2015).

Wyniki regresji

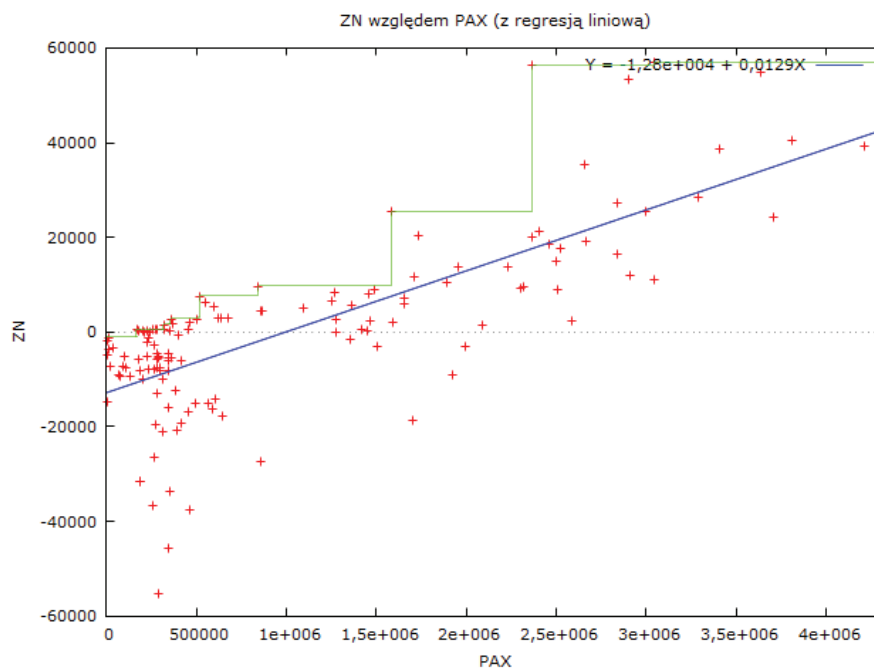
W celu obliczenia ilościowych i wartościowych progów rentowności przeprowadzono dwie analizy regresji według schematu rekomendowanego przez Aczela [1]. Zyski/straty netto objaśniano odpowiednio: roczną liczbą obsłużonych pasażerów (wykres 2) oraz przychodami ze sprzedaży (wykres 3). W obu przypadkach otrzymano wyniki o wysokiej istotności statystycznej tj. o wartości parametru $p < 0,0001^{***}$.

Dla pierwszej zależności otrzymano funkcję: $Zysk_netto = 0,0129 * PAX - 12800$

Ilościowy próg rentowności rozumiany jako miejsce zerowe powyższej funkcji uzyskiwany jest dla rocznej liczby obsłużanych pasażerów $PAXBEP = 992\ 248$.

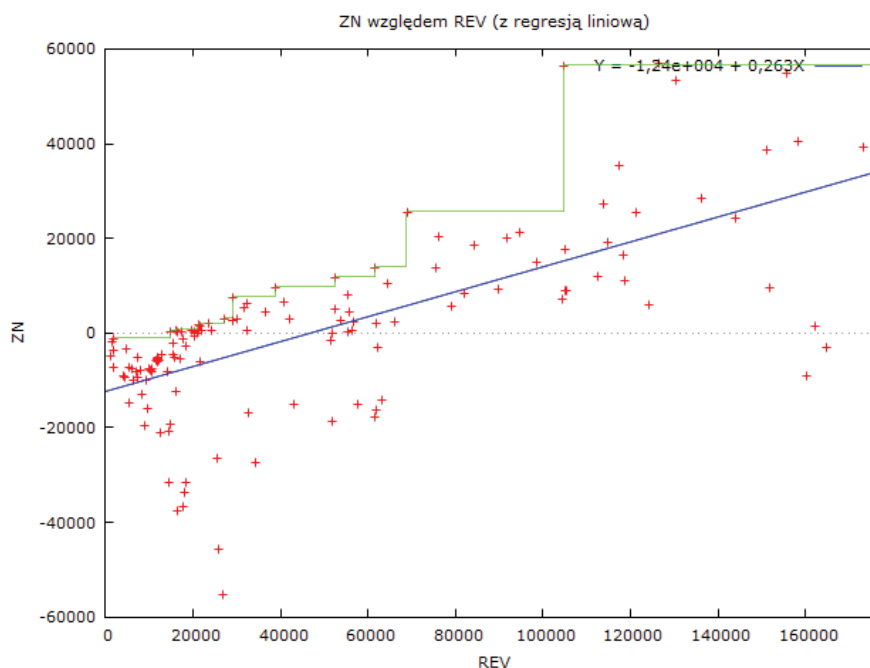
Druga zależność została opisana funkcją: $Zysk_netto = 0,263 * REV - 12400$

Wartościowy próg rentowności rozumiany jako miejsce zerowe powyższej funkcji uzyskiwany jest dla



2. Zysk/strata netto (tys. pln) względem rocznej liczby obsłużonych pasażerów (PAX)

Źródło: opracowanie własne



3. Zysk/strata netto (tys. pln) względem rocznych przychodów ze sprzedaży (REV) (tys. pln)

Źródło: opracowanie własne

Tab. 3. Algorytm metody Profitability Envelope.

<p>$i = 1$ to n $PAX_i < PAX_{i+1} < \dots < PAX_n$ $Envelope_i = Zysk_netto_i$</p> <p>For i to $n \geq 2$, $Envelope_{i+1} =$</p> <p>Loop: If $Zysk_netto_{i+1} > Envelope_i$, Then $Zysk_netto_{i+1}$ Else $Envelope_i$</p>	<p># n = Liczba obserwacji # Sortowanie kolumny PAX rosnąco. # Inicjacja pierwszego punktu danych w # 'Zysk_netto'; $i = 1$. # Począwszy od drugiego punktu danych # nowa obserwacja jest staje się obwiednią # jeżeli jej wartość jest większa od ostatniego # benchmarka w 'Zysk_netto'</p>
--	---

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

wartości sprzedaży $REV_{BEP} = 47\ 148\ 288$ [pln]. Dokładne wyniki obu analiz przedstawiają tabele **1** i **2**.

Należy pamiętać, że uzyskane wyniki wskazują teoretyczne i uśrednione poziomy progów rentowności. Stały składnik resztowy jest w istocie konsekwencją założenia o stałej wartości kosztów stałych i stałej dynamice kosztów zmiennych. W rzeczywistości w dłuższym horyzoncie czasowym koszty te przyrastają skokowo.

Pomimo swojego teoretycznego charakteru, liniową funkcję zysku można wykorzystać do identyfikacji tych obszarów, w których ww. wartości wzrastają skokowo. W tym celu można zastosować algorytm Profitability Envelope, który pomimo ponownie dużej teoretyczności, pozwala ukazać obszary o skokowym wzroście zmiennej objaśnianej. Metoda polega na podziale populacji na podgrupy. W każdej z nich obserwacja o najwyższym zysku staje się relatywnym wzorcem (benchmarkiem) dla pozostałych.

W kolejnych iteracjach zwiększając wartość zmiennej objaśniającej skrypt rysuje nową grupę po natrafieniu na obserwację o wartości funkcji wyższej niż poprzedni benchmark. Kod metody w języku R został zaprezentowany w tabeli **3**. Graficzne wyniki skryptu zostały zaznaczone kolorem zielonym na wykresach **1** i **2**.

Metoda Profitability Envelope pozwoliła na wyznaczenie umownych 3 grup portów lotniczych ustalonych wg. wielkości PAX:

- małe: o rocznych przewozach pasażerskich poniżej 0,6 mln PAX
- średnie: o rocznych przewozach pasażerskich 0,6-1,6 mln PAX
- duże: o rocznych przewozach pasażerskich powyżej 1,6 mln PAX

Benchmarkami dla lotnisk małych okazały się porty lotnicze w Poznaniu i Katowicach, które na początku

XXI wieku notowały dodatnie zyski netto w wysokości do 0,5 mln pln. Dla podmiotów średnich wzorcem stał się wrocławski port lotniczy z danymi z roku 2010, gdy osiągnęto zyski netto na poziomie 7 mln pln. Z kolei dla dużych portów lotniczych wzorcem wyznaczył krakowski port lotniczy w okresie 2006-2008 z zyskami netto przekraczającymi 50 mln pln.

Podsumowanie

W analizie zaprezentowano, że ilościowy próg rentowności polskich portów lotniczych nie odbiega od średnich wartości obliczonych dla ich europejskich odpowiedników. Zyski w obu przypadkach pojawiają się średnio po przekroczeniu około 1 mln pasażerów rocznie, co na polskim rynku odpowiada minimalnej wielkości przychodów w wysokości 47 mln pln.

Za pomocą algorytmu Profitability Envelope wykazano również, że możliwe jest wcześniejsze osiągnięcie rentowności. Wówczas lotniska małe ($PAX < 0,6$ mln) mogą dążyć do osiągnięcia zysków benchmarka tj 0,2 - 0,5 mln pln. Lotniska średniej wielkości ($0,6 \text{ mln} < PAX < 1,6$ mln) mogą porównywać swoje wyniki do wzorca o zysku 7mln pln. Benchmarkiem dla dużych, regionalnych portów lotniczych ($PAX > 1,6$ mln) jest zysk o wartości 50 mln pln.

Do dalszych analiz autor rekomenduje wykorzystanie powyższych wyników do tworzenia scenariuszy zmian kosztów działalności przedsiębiorstwa np. za pomocą analizy korzyści i kosztów (cost-benefit, CBA) w zakresie m.in. wysokości opłat lotniskowych, celem sprawdzenia wrażliwości poszczególnych kosztów na relatywny wynik danego podmiotu w stosunku do benchmarka.

Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr 2015/17/D/HS4/00363 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Aczel A., Statystyka w zarządzaniu, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1, 2011, 456-505
- [2] Adler N., Ülkü T., Yazhensky E., Small regional airport sustainability: Lessons from benchmarking, Journal of Air Transport Management, 33 (2013), 22-31
- [3] Bubalo B., Benchmarking selected European Airports by their Profitability Envelope – a Break-Even Analysis, German Aviation Research Society, German Aviation Benchmarking Final Project Meeting, Berlin, June 20th 2012
- [4] <https://www.emis.com/>, dostęp: 10.10.2017
- [5] <http://www.ulc.gov.pl/pl/publikacje/statystyki-i-analazy>, dostęp: 10.10.2017
- [6] Huderek-Glapska S., Inchausti-Sintes F., Njoya E., Modeling the impact of air transport on the economy - practices, problems and prospects, LogForum, 2016, 12 (1), 47-61
- [7] Huderek-Glapska S., Oddziaływanie portu lotniczego na gospodarkę regionu, Przegląd Komunikacyjny, Nr 2, 2012, ss. 20-26
- [8] Huderek-Glapska S., Wpływ portu lotniczego na rozwój gospodarki regionu, Rozprawa doktorska. Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań 2011

Bezzałogowe statki powietrzne jako narzędzie wsparcia służb lotniskowych

Unmanned aerial vehicles as a tool to support aerodrome services



Radosław Fellner

Mgr

Centrum Kształcenia Kadr
Lotnictwa Cywilnego Europy
Środkowo-Wschodniej
Politechniki Śląskiej

rfellner@wp.pl

Streszczenie: Niniejszy referat ma na celu ukazanie możliwości stosowania UAV przez zarządzających lotniskami. Poza nielicznymi wyjątkami, należy stwierdzić brak badań nt. tej problematyki. Niniejszy artykuł jest próbą wypełnienia chociażby w minimalnym stopniu stwierdzonej powyżej luki badawczej. Artykuł oparto na wynikach badań Katedry Technologii Lotniczych Politechniki Śląskiej, Centrum Kształcenia Kadr Lotnictwa Cywilnego Europy Środkowo-Wschodniej Politechniki Śląskiej, zespołu RPAS TEAM funkcjonującego w ramach Centrum. Dowiedziano, że lotniskowy UAV może służyć takim służbom lotniskowym, jak: SOL (patrolowanie i ochrona stref okołolotniskowych), Lotniskowej Służbie Ratowniczo-Gaśniczej (monitoring i rejestrowanie miejsc wypadków), służbom utrzymania lotniska, działom eksploatacji czy infrastruktury (monitoring i inspekcje budynków, urządzeń, nawierzchni, dróg, instalacji), działom służby operacyjnej czy działom służby dyżurnej (lepsze zobrazowanie sytuacji operacyjnej).

Słowa kluczowe: Bezzałogowe statki powietrzne; Lotnisko; Port lotniczy; bezpieczeństwo

Abstract: The aim of this paper is to show the possibility of using UAV by airport managers. With a few exceptions, there are no studies on this issue. This article is an attempt to fill these research gap. This article is based on the results of studies of the Department of Air Technologies of the Silesian University of Technology, Civil Aviation Personnel Education Centre of Central and Eastern Europe Silesian University of Technology, RPAS TEAM functioning within the Centre. It has been reported that the airport's UAV may serve such services as: Airport Protection Service (patrolling and protecting area near aerodrome), Rescue and Fire Fighting Services (accident area monitoring), airport maintenance and infrastructure services (monitoring and inspection of buildings, pavements, roads, installations), operational departments or duty departments (better visualization of the operational situation).

Keywords: Unmanned aerial vehicles; Aerodrome; Airport, Safety

Rosnąca liczba bezzałogowych statków powietrznych (Unmanned Aerial Vehicles - UAV) i operacji, które wykonują - czy to na potrzeby cywili, czy wojska - zrodziła potrzebę opracowania jeszcze bardziej precyzyjnych reguł związanych z certyfikacją tych urządzeń, zasadami wykonywania lotów, licencjonowaniem personelu obsługującego a także gromadzeniem danych. Spowodowała też wykorzystanie tych urządzeń w coraz to nowszych obszarach transportu. Wraz z upowszechnieniem tzw. dronów, wzrosło także ryzyko zdarzeń, w tym incydentów i wypadków lotniczych w pobliżu lotnisk. Tylko w 2016 r. Urząd Lotnictwa Cywilnego odnotował 20 zdarzeń z udziałem UAV [5], z czego 6 w CTR: EPRW, EPLL, EPLB, EPBY, EPWA,

EPKK. Do listopada 2017 r. odnotowano tylko jeden incydent z udziałem UAV, ale nie w obrębie CTR. Dla porównania, amerykański nadzór lotniczy FAA informował w 2016 r, iż co miesiąc otrzymywał ponad 100 skarg od pilotów i przedstawicieli lotnisk na drony, które znajdowały się za blisko portu lotniczego lub samolotu [12].

Należy przy tym pamiętać, iż zapewnienie bezpieczeństwa operacji lotniczych jest jednym z obowiązków zarządzającego portem lotniczym. Użytkowane w niewłaściwy sposób bezzałogowe statki powietrzne mogą zagrozić wykonywaniu startów i lądowań. Z drugiej strony, interesująca pozostaje propozycja użycia ich w sposób właściwy i przemyślany do zwiększenia bezpieczeństwa tych

operacji. W tym kontekście BSP mogą stanowić uzupełnienie systemu zarządzania bezpieczeństwem w porcie lotniczym i narzędzie wsparcia służb lotniskowych. Przez służby lotniskowe należy rozumieć personel lotniska lub jednostki organizacyjne utworzone przez zarządzającego lotniskiem, których zadania są związane z takimi operacjami na lotnisku, jak start lub lądowanie statku powietrznego. Za początek operacji uważa się uruchomienie silnika albo silników, a za zakończenie wyłączenie silnika albo silników [7]. Wszak to zarządzający lotniskiem jest obowiązany wykorzystywać lotnisko zgodnie z jego przeznaczeniem, prowadzić eksploatację lotniska w sposób zapewniający ciągłość ruchu lotniczego i bezpieczeństwo lotów,



1. Bezzałogowy statek powietrzny w Międzynarodowym Porcie Lotniczym Katowice w Pyrzowicach. Źródło: Adrian Łach



2. Obraz z bezzałogowego statku powietrznego wykonującego lot nad lotniskiem. Strzałka wskazuje stanowisko operatora. Źródło: Adrian Łach

sprawność obsługi użytkowników lotniska oraz utrzymywanie lotniska i jego elementy w stanie odpowiadającym warunkom technicznym [10]. Niniejszy referat ma na celu ukazanie możliwości stosowania UAV właśnie przez zarządzających lotniskami. Poza nielicznymi wyjątkami [2], należy stwierdzić brak badań nt. tej problematyki. Niniejszy artykuł jest próbą wypełnienia chociażby w minimalnym stopniu stwierdzonej powyżej luki badawczej. Artykuł oparto na wynikach badań Katedry Technologii Lotniczych Politechniki Śląskiej, Centrum Kształcenia Kadr Lotnictwa Cywilnego Europy Środkowo-Wschodniej Politechniki Śląskiej, zespołu RPAS TEAM funkcjonującego w ramach Centrum. W trakcie przeprowadzonych badań zastosowano następujące metody: analizę literatury, rozumowanie indukcyjne i dedukcyjne, wywiady nieustrukturyzowane z ekspertami i pracownikami lotniska, loty eksperymentalne w środowisku naturalnym, symulacje i pomiary sygnałów analogowych i cyfrowych.

Uzyskane rezultaty i wyniki pomiarów mogą posłużyć do wdrożenia

UAV jako innowacyjnego elementu wspomagającego zarządzanie bezpieczeństwem celem lepszej koordynacji działań zmierzających do ograniczenia lub wyeliminowania zagrożeń związanych z ruchem lotniczym na lotnisku oraz w bezpośrednim sąsiedztwie.

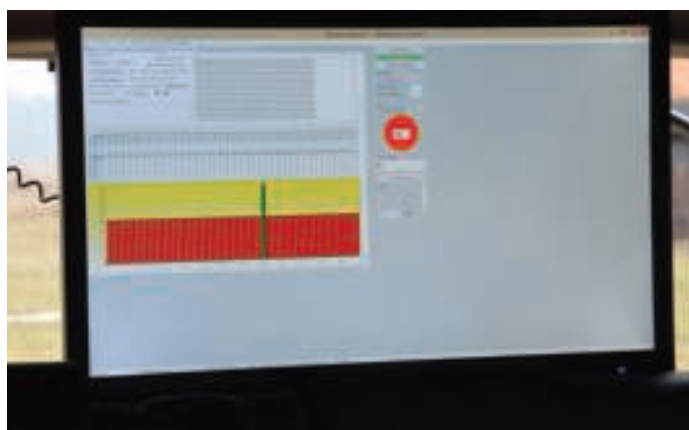
BSP jako element systemów detekcji i monitorowania

Analiza literatury naukowej pozwala stwierdzić, iż dostępne wyniki badań z użyciem tzw. dronów skupiają się przede wszystkim na rozpoznawaniu i wykrywaniu [4], planowaniu ścieżki unikania kolizji [12], wykrywaniu naturalnych przeszkód [7], identyfikacji bezpiecznych stref lądowania UAV [6], wykrywaniu błędów [10], a nie wykrywaniu innych UAV. Nieliczne prace poświęcone są wpływowi technologii bezzałogowych na poprawę reagowania na sytuacje awaryjne w obrębie lotnisk czy portów lotniczych [9]. Niemniej, wśród możliwych rodzajów zastosowań UAV w porcie lotniczym można wyróżnić:

- monitorowanie pola ruchu naziemnego, w tym stanu drogi startowej, dróg kołowania i stanowisk postojowych,
- monitorowanie, rejestrowanie i odstraszanie zwierząt (ptaków i innych dzikich zwierząt),
- monitorowanie stanu technicznego urządzeń i infrastruktury lotniskowej,
- inspekcje stanu technicznego pojazdów i statków powietrznych,
- wykrywanie innych bezzałogowych statków powietrznych,
- rejestrowanie pracy służb lotniskowych,
- wykonywanie zdjęć, tworzenie ortofotomap,
- patrolowanie stref okołolotniskowych, ogrodzenia,
- wykrywanie i unieszkodliwianie dronów użytych do aktów niebezpiecznej ingerencji (jako nośnika ładunku wybuchowego, broni chemicznej lub biologicznej, pocisk).



3. Próba złapania małego drona. Źródło: Adrian Łach



4. Badanie systemu wykrywania UAV zainstalowanego w mobilnej stacji pomiarowej. Zielony słupek oznacza „wrogiego UAV”. Źródło: Adrian Łach

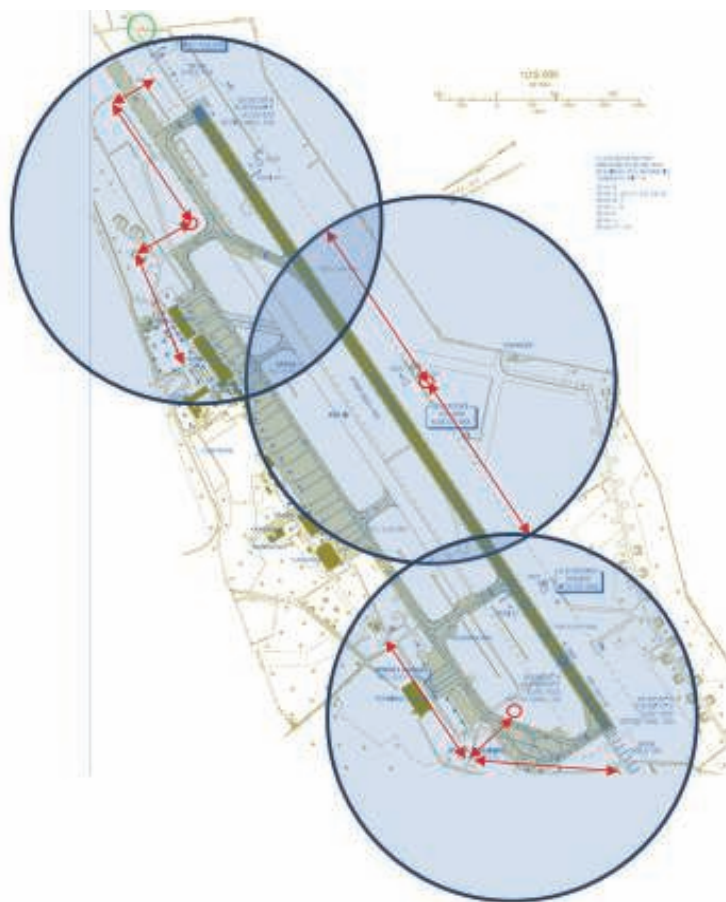
Badania w Międzynarodowym Porcie Lotniczym Katowice (EPKT)





W opinii wielu przedstawicieli lotnisk i branży lotniczej, wykorzystanie drona jako narzędzia do monitoringu lotniska jest pożądane. Ogląd terenu z wysokości pozwala bowiem na odpowiednią ocenę sytuacji i może pomóc w szybkiej reakcji, podjęciu właściwych decyzji, minimalizacji zagrożenia, lepszym zobrazowaniu sytuacji, wykryciu nieprawidłowości czy usterek.

W przypadku wykrywania i unieszkodliwiania „wrogich” dronów, „lotniskowy” UAV należący do zarządzającego lotniskiem i użytkowany przez niego, może stanowić uzupełnienie systemu detekcji dronów, obok takich metod, jak [1]: analiza obrazu widzialnego oraz w paśmie podczerwonym z kamer stacjonarnych, pomiar hałasu oraz analiza częstotliwości charakterystycznych dla BSP, detekcja określonych sygnałów radiowych w tym źródeł sygnału WiFi oraz aparatury RC, systemu wizyjnego FPV lub telemetrii, radary aktywne pasywne. Podczas badań przeprowadzonych przez RPAS TEAM i Centrum Kształcenia Kadr Lotnictwa Cywilnego Europy Środkowo-Wschodniej Politechniki Śląskiej, zastosowana bezzałogowa platforma latająca wykazała dużą przydatność w monitoringu stref okołolotniskowych i przechwytywaniu obcego drona za pomocą siatki. Mogłaby zatem służyć w pracy Straży Ochrony Lotniska.

W ramach testów w Międzynarodowym Porcie Lotniczym Katowice (EPKT) symulowano próbę wlotu latającego obiektu („wrogiego” drona – hostile-UAV) nad drogę startową 09 w Katowicach. Należy zauważyć, że wrogi UAV wykryto jeszcze przed jego startem. Powodem jest to, że system wykrywania został oparty na analizie sygnałów radiowych wysyłanych przez urządzenia RC (należących do operatora „wrogiego” UAV) obsługiwanego przez analizę obrazu w podczerwieni.

Podczas badań odnotowano następujące problemy: (1) krótki zasięg sygnałów radiowych, (2) długi czas do-



-  - proponowane lądowiska dla UAV,
-  - obserwowany obszar podczas testów z wrogim dronem,
-  - trasa przelotu,
-  - obszar operacji UAV.

5. Mapa działań operacyjnych i proponowanych lądowisk dla UAV. Źródło: Adrian Łach



6. Widok z lotniskowego drona na stanowiska postojowe w EPKT. Źródło: archiwum własne autora

lotu lotniskowego UAV do „wrogiego” UAV. Warty uwagi rozwiązaniami są zatem zwiększenie zasięgu radarów (w przypadku pierwszego problemu) oraz zwiększenie liczby lotniskowych UAV i przystosowanych dla nich lądowisk/stanowisk (w przypadku drugiego problemu). Zwiększenie liczby lotniskowych UAV patrolujących teren lotniska i poza nim pozwoli skrócić czas reakcji i zwiększyć zasięg monitorowanego obszaru. Zapewnia tak-

że ciągłość działania systemu w razie awarii jednego z lotniskowych UAV. Analiza lokalizacji stacji dokujących wykazała, że optymalne jest użycie trzech bezzałogowych platform wraz z przygotowaną dla nich infrastrukturą naziemną (trzy miejsca lądowania i startu lotniskowych UAV w różnych miejscach na lotnisku zapewniających możliwości wymiany akumulatorów, szybki serwis). Takie rozwiązanie może skrócić czas reakcji w sytuacjach awa-

ryjnych. Operator lotniskowego UAV może poderwać do lotu urządzenie, które jest najbliżej punktu wymagającego interwencji.

Co ciekawe, lotniskowy dron jako uzupełnienie systemu detekcji i monitorowania może okazać się przydatny w świetle najnowszych badań poziomu bezpieczeństwa w opinii kontrolerów ruchu lotniczego. Otóż zauważalny jest brak świadomości u operatorów dronów, że wykonywane w CTR loty mogą spowodować niebezpieczeństwo. Zdarzający się brak kontaktu z operatorami (którzy wyłączają telefony komórkowe na czas lotów) sprawia, że uzasadnione jest monitorowanie okolic lotniska i wykrywanie (oraz ewentualna neutralizacja) „nieświadomie” latających UAV.

Lotniskowy UAV może także służyć Lotniskowej Służbie Ratowniczo-Gaśniczej (monitoring i rejestrowanie miejsc wypadków), służbom utrzymania lotniska, działom eksploatacji czy infrastruktury (monitoring i inspekcje budynków, urządzeń, nawierzchni, dróg, instalacji), działom służby operacyjnej czy działom służby dyżurnej (lepsze zobrazowanie sytuacji operacyjnej).

Podsumowanie

W epoce zagrożenia ze strony nieostrożnych użytkowników zdalnie sterowanych statków powietrznych i ataków terrorystycznych konieczne stało się zapewnienie efektywnego monitoringu stref okołolotniskowych, detekcji obcych dronów i ich unieszkodliwiania. Odpowiedzią na to zapotrzebowanie jest wykorzystanie przez zarządzającego lotniskiem, służby lotniskowe - bezzałogowych statków powietrznych. Podjęte badania, testy i analizy wykazały, że:

- UAV może stanowić użyteczny element zarządzania bezpieczeństwem na lotnisku jako innowacyjne narzędzie do monitorowania stanu technicznego samolotów, sprzętu i infrastruktury portu lotniczego, patrolowania ogrodzenia, wykrywania innych bezzałogowych statków powietrznych i za-

- pobiegania kolizjom z ptakami,
- UAV mogą poprawić bezpieczeństwo startów i lądowań poprzez wykrywanie potencjalnych zagrożeń,
- dostępne systemy detekcji dronów oparte są o radary aktywne i pasywne wykrywające sygnały radiowe emitowane przez aparaturę, kontrolery,
- istotne jest rozmieszczenie lądowisk dla BSP należących do służb lotniskowych (co najmniej trzy, choć zależy to również od wielkości lotniska i strefy, którą operator chce monitorować),
- kluczowe parametry dla BSP służb lotniskowych to: prędkość lotu, rozdzielczość kamery, szybkość startu (od momentu włączenia aparatury do poderwania BSP), odporność na niekorzystne warunki atmosferyczne,
- konieczne jest opracowanie programów szkolenia UAVO dostosowanych do wymagań i potrzeb służb lotniskowych,
- zapewnienie przesyłu obrazu z lotniskowego UAV do jednostek i służb odpowiedzialnych w porcie lotniczym za bezpieczeństwo i ochronę, np.: Straż Ochrony Lotniska, Straż Graniczna, Lotniskowa Służba Ratowniczo-Gaśnicza, działy służby dyżurnej czy operacyjnej, policja, Służba Celna.
- konieczne jest zintegrowanie lotniskowych UAV z pracą sztabu kryzysowego. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Fellner A., B. Mańka, A. Mańka, Analiza aktualnych metod detekcji bezzałogowych statków powietrznych (dronów), "TTS Technika Transportu Szybowego", 2015 R. 22 nr 12, s. 484-489.
- [2] Mańka A., Łach A., Fellner R., UAV elementem zarządzania bezpieczeństwem portu lotniczego, „Wyzwania inżynierii ruchu lotniczego”, Warszawa 2016, s. 85-96.
- [3] Marzec D., Fellner R., „Latanie dronem w pobliżu portów lotniczych – w jaki sposób informuje

się użytkowników o panujących zasadach?”, prezentacja podczas konferencji DroneTech 2nd World Meeting, Toruń, 6.10.2017 r.

- [4] Merkisz, J. Nykaza, A., Zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych w kryminalistyce rozpoznawczej i wykrywczej, "Autobusy : technika, eksploatacja, systemy transportowe", r. 17, nr 6, s. 297-301.
- [5] Odpowiedź ULC z dn. 30.01.2017 r
- [6] Patterson, T., McClean, S., Morrow, P., Parr, G., Luo, C. (2014). Timely autonomous identification of UAV safe landing zones, *Image and Vision Computing*, 32 (9), 568-578.
- [7] Rozporządzenie w sprawie przygotowania lotnisk do sytuacji zagrożenia oraz lotniskowych służb ratowniczo-gaśniczych, Dz.U. 2013 poz. 487.
- [8] Savvaris, A., Melega, M., Tsourdos, A. (2015). Advanced Surface Movement and Obstacle Detection Using Thermal Camera for UAVs, *IFAC-PapersOnLine*, 48 (issue 9), 43-48.
- [9] Terwilliger, B., Vincenzi, D., Ison, D., Witcher, K., Thirtyacre, D., Khalid, A. (2015). Influencing factors for use of unmanned aerial systems in support of aviation accident and emergency response, *Journal of Automation and Control Engineering*, 3 (3), 246.
- [10] Valavanis, K. P., Vachtsevanos, G. J. (2014). Handbook of Patterson, T., McClean, S., Morrow, P., Parr, G., Luo, C. (2014). Timely autonomous identification of UAV safe landing zones, *Image and Vision Computing*, 32 (9), 568-578. *Unmanned Aerial Vehicles*. Springer Publishing Company, Dordrecht, 1071-1181.
- [11] Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze, Dz.U. 2002 nr 130 poz. 1112 z późn. zm., art. 68.
- [12] www.fly4free.pl/na-lotniskach-system-do-niszczenia-dronow
- [13] Zhu, L., Cheng, X., Yuan, F. G. (2016). A 3D collision avoidance strategy for UAV with physical constraints, *Measurement*, 77, 40-49

Zagrożenia w lotnictwie cywilnym wynikające z niesprawności silników lotniczych

Hazards in the Polish Civil Aviation resulting from engines failures



Paweł Głowacki

Dr inż.

Instytut Lotnictwa, Centrum
Technologii Kosmicznych,
Warszawa



Leszek Loroch

Dr inż.

Instytut Lotnictwa, Centrum
Technologii Kosmicznych,
Warszawa

Streszczenie: Opublikowany przez Urząd Lotnictwa Cywilnego w maju 2017 r. Krajowy Plan Bezpieczeństwa 2017-2020 w Załączniku A przedstawia „Dane o zdarzeniach – 2016 r.”. Szczegółowy opis zagrożenia wynikającego ze stanu technicznego statków powietrznych ogranicza do ogólnego przedstawienia zdarzeń lotniczych w kategoriach SCF-NP. (ang. System Component Failure Non Powerplant) oraz SCF-PP (ang. System Component Failure Powerplant). Przeprowadzone w Instytucie Lotnictwa analizy tych zdarzeń (raportowane zdarzenia lotnicze gromadzone są w bazie ECCAIRS ang. European Coordination Center for Accident and Incident Reporting System) wskazują, że należy oddzielnie traktować umowny rodzaj lotnictwa (lotnictwo ogólne i komercyjne). Szczególnie zdarzenia powodowane niesprawnościami zespołów napędowych samolotów zgodnie z ATA-100 muszą być rozpatrywane oddzielnie z podziałem na rodzaj zespołu napędowego (łtokowy, turbośmigłowy, turbinowy śmigłowiec, turbinowy odrzutowy) i z uwzględnieniem poszczególnych instalacji. Prace związane z analizą statystyczną jak i techniczną zdarzeń lotniczych prowadzone są od kilku lat w Instytucie Lotnictwa. Zdarzenia spowodowane stanem technicznym statku powietrznego, a szczególnie silników są w lotnictwie ogólnym najczęstszą przyczyną wypadków. Celem artykułu jest poprawa świadomości ryzyka oraz w efekcie końcowym obniżenie liczby zdarzeń lotniczych związanych z użytkowaniem silników łtokowych. Szczególne znaczący wpływ na obniżenie liczby wypadków w lotnictwie ogólnym może mieć wdrożenie nowoczesnych rozwiązań technicznych umożliwiających kontrolę stanu technicznego użytkowanych silników oraz obniżenia kosztów ich eksploatacji przy zachowaniu pełnej świadomości ryzyka wynikającego z możliwości przedłużenia resursu silnika. Podsumowując: odwrócenie niebezpiecznego trendu wzrostu niesprawności silników łtokowych powodującego zagrożenie bezpieczeństwa w lotnictwie wymaga, przede wszystkim, zmiany sposobu eksploatacji tych silników.

Słowa kluczowe: Lotnictwo cywilne; Awarie silników

Abstract: Published by the Civil Aviation Authority in May 2017, the State Safety Programme 2017-2020 in the appendix A presents "Events Data - 2016". Detailed description of the hazard arising from the technical condition of aircraft limits to the general presentation of the events in terms of SCF-NP (System Component Failure Non Powerplant) and SCF-PP (System Component Failure Powerplant). The analysis of these events performed in the Institute of Aviation (aviation events reports are collected in the European Coordination Center for Accident and Incident Reporting System database - ECCAIRS) has shown that the general aviation and commercial aviation (CAT) should be treated separately. Especially events caused by the powerplants failures must be considered separately for piston, turbofan, turboshaft, turboprop types and also their each installation has to be taken into account. Events caused by the technical condition of aircraft, especially engines, are the most common cause of accidents in general aviation. The aim of the article is to improve risk awareness and, ultimately, reduce the number of the aviation events associated with exploitation of the piston engines. Particularly significant impact on reducing the number of accidents in general aviation can be achieved by the implementation of modern technical solutions to control the technical condition of the engines and reduce their operating costs, while operators are fully aware of the risks resulting from the possibility of extending engine time on wing. In conclusion: reversing the dangerous trend of piston engine failures causing aviation safety hazards requires, above all, changes in the way these engines are operated.

Keywords: Civil Aviation; Engines failures

Opublikowany przez Urząd Lotnictwa Cywilnego w maju 2017 r. Krajowy Plan Bezpieczeństwa 2017-2020 w Załączniku A przedstawia „Dane o zdarzeniach – 2016 r.”. Szczegółowy opis zagrożenia wynikającego ze stanu technicznego statków po-

wietrznych ogranicza do ogólnego przedstawienia zdarzeń lotniczych w kategoriach SCF-NP. (ang. System Component Failure Non Powerplant) oraz SCF-PP (ang. System Component Failure Powerplant). Przeprowadzone w Instytucie Lotnictwa

analizy tych zdarzeń (raportowane zdarzenia lotnicze gromadzone są w bazie ECCAIRS ang. European Coordination Center for Accident and Incident Reporting System) wskazują, że należy oddzielnie traktować umowny rodzaj lotnictwa (lotnictwo

ogólne i komercyjne). Szczególnie zdarzenia powodowane niesprawnościami zespołów napędowych samolotów muszą być rozpatrywane oddzielnie z podziałem na rodzaj zespołu napędowego (łukowy, turbośmigłowy, turbinowy śmigłowiec, turbinowy odrzutowy), z uwzględnieniem poszczególnych instalacji zgodnie z ATA-100. Prace związane z analizą statystyczną jak i techniczną zdarzeń lotniczych prowadzone są od kilku lat w Instytucie Lotnictwa, a ich wyniki przedstawiono w artykułach [2],[3],[4],[5],[9],[10]. Zdarzenia spowodowane stanem technicznym statku powietrznego, a szczególnie silników są w lotnictwie ogólnym najczęstszą przyczyną wypadków.

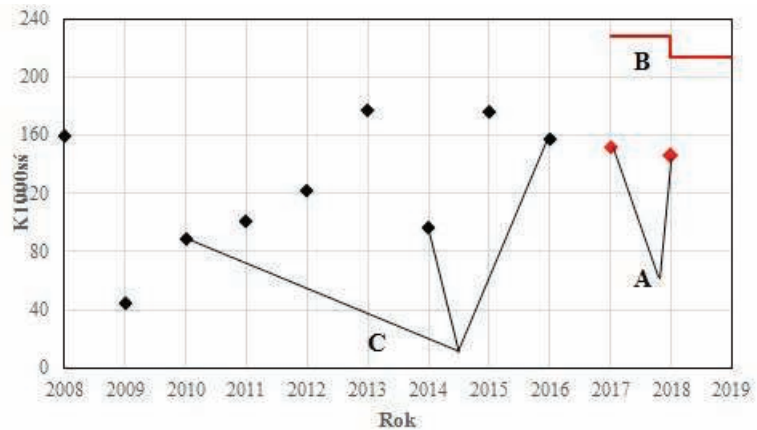
Celem działania, a także celem tej publikacji jest więc poprawa świadomości ryzyka oraz w efekcie końcowym obniżenie liczby zdarzeń lotniczych związanych z użytkowaniem silników. Szczególne znaczący wpływ na obniżenie liczby wypadków w lotnictwie ogólnym może mieć wdrożenie nowoczesnych rozwiązań technicznych umożliwiających kontrolę stanu technicznego użytkowanych silników oraz obniżenia kosztów ich eksploatacji przy zachowaniu pełnej świadomości ryzyka wynikającego z możliwości przedłużenia resursu silnika. Opracowana przez Instytut metoda eksploatacji lotniczych silników tłukowych wg stanu technicznego [8] wychodzi naprzeciw tym potrzebom.

Zdarzenia lotnicze powodowane przez silniki – w ujęciu statystycznym

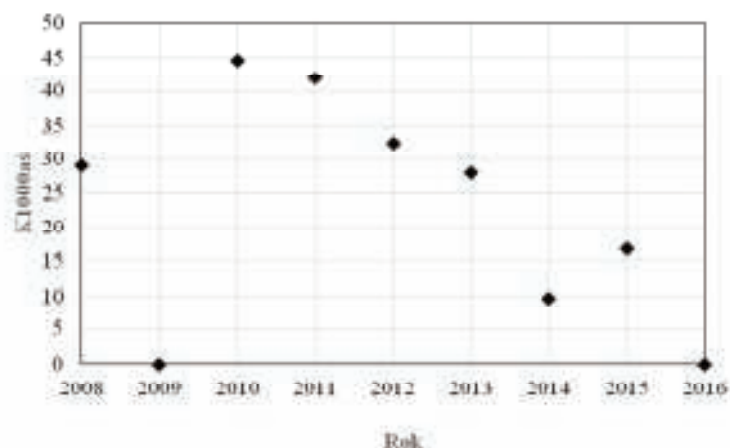
Baza ECCAIRS powstaje na podstawie zgłoszeń zdarzeń lotniczych nadesłanych przez różne służby lotnicze. Jest ona bardzo obszerna i obecnie zawiera około 7000 zdarzeń zaistniałych w ruchu lotniczym w latach 2008÷2016. Silniki napędowe samolotów od 2008 do końca 2016 roku były przyczyną następującej ich liczby:

- a. Turbinowe silniki śmigłowe – 122
 - b. Silniki turbośmigłowe – 101
 - c. Turbinowe silniki odrzutowe – 124
 - d. Silniki tłukowe – 207
- Ponieważ w tym czasie zmieniała się

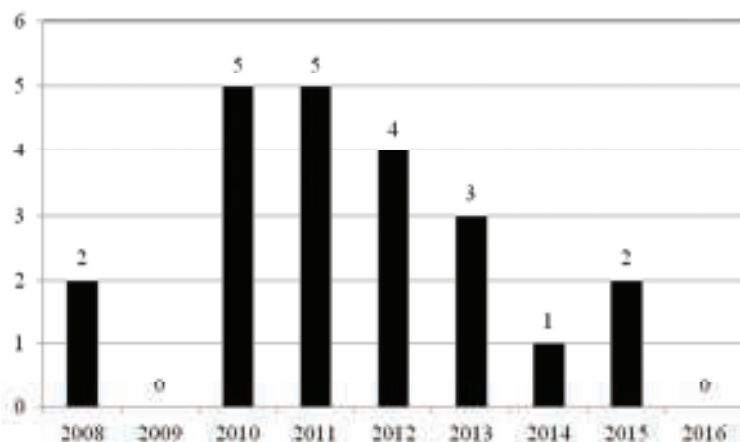
liczba statków powietrznych uczestniczących w ruchu lotniczym, więc w celu zobiektywizowania analizy danych wprowadzono współczynniki odnoszące liczbę zdarzeń powodowanych przez usterki silników do liczby zarejestrowanych statków



1. Bieżące i prognozowane wartości współczynnika K_{1000ss} . A – prognozowana średnia wartość współczynnika na lata 2017 i 2018, B – prognozowane maksymalne wartości współczynnika na lata 2017÷2018 i 2018÷2019, C – rzeczywiste bieżące wartości współczynnika



2. Zmiana wartości współczynnika K_{1000ss} w latach 2008÷2016



3. Liczba awaryjnych lądowań, przerwanych lotów i startów śmigłowców powodowanych usterkami silnika w latach 2008÷2016

powietrznych. Nie jest to najbardziej precyzyjna metoda wyznaczania współczynnika intensywności występowania niesprawności. Dopóki jednak nie będzie znany sumaryczny nalot samolotów lotnictwa ogólnego, dopóty obiektywne porównania będą jedynie możliwe w odniesieniu do liczby zarejestrowanych sa-

molotów. W artykule skorzystano ze współczynników K_{1000} opisanych wzorami (1) i (2) jak następuje:

$$K_{1000s}(\text{indeks dla silnika}) = \frac{LZ}{LSP} \cdot 1000 \quad (1)$$

gdzie:

LZ – liczba zdarzeń lotniczych powodowanych przez usterki konkretnego

go typu silnika.

LSP – liczba statków powietrznych napędzana konkretnym typem silnika.

natomiast,

$$K_{1000a}(\text{indeks dla silnika}) = \frac{LA}{LSP} \cdot 1000 \quad (2)$$

gdzie:

LA – liczba awaryjnych lądowań, przerwanych lotów i startów powodowanych przez usterki konkretnego typu silnika.

Indeksy silników:

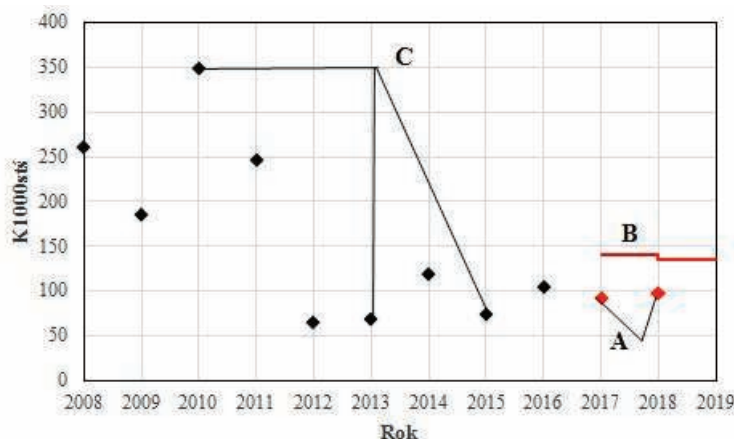
ś – turbinowe śmigłowe,

tś – turbośmigłowe,

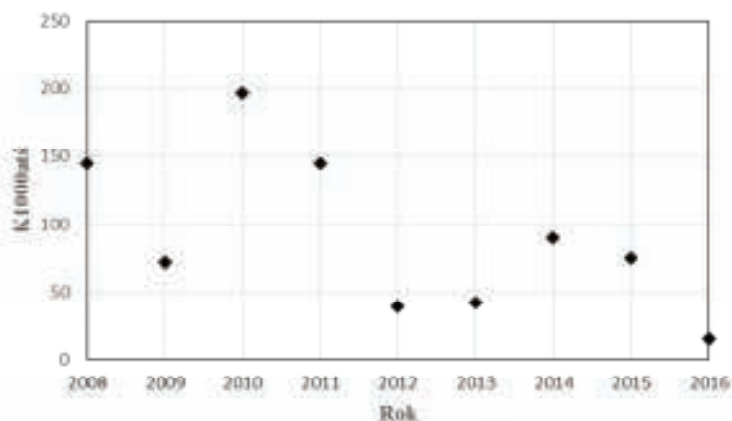
o – turbinowe odrzutowe,

t – tłokowe.

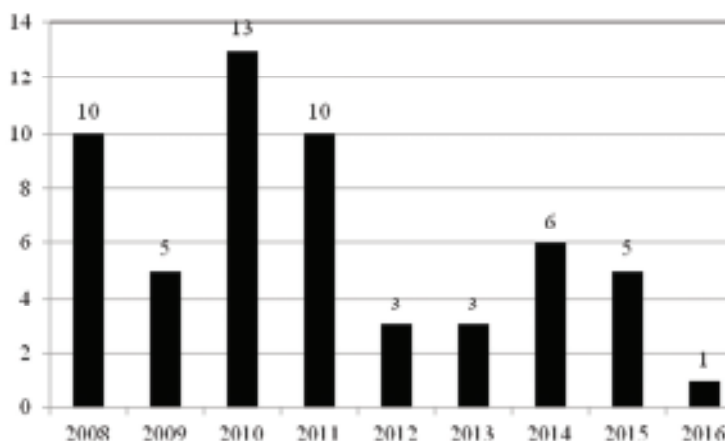
Prognozowane wartości średnie i maksymalne współczynników dla poszczególnych rodzajów silników lotniczych wyznaczono zgodnie z metodologią opisaną w [4] i [5].



4. Bieżące i prognozowane wartości współczynnika $K_{1000stf}$ (oznaczenia jak na rys. 1.)



5. Zmiana wartości współczynnika $K_{1000atś}$ w latach 2008-2016



6. Liczba awaryjnych lądowań, przerwanych lotów i startów samolotów turbośmigłowych powodowanych usterkami silnika w latach 2008-2016

Turbinowe silniki śmigłowe

Na rysunku 1. przedstawiono wartości współczynnika K_{1000s} obliczone dla wszystkich raportowanych zdarzeń lotniczych powodowanych przez turbinowe silniki napędowe śmigłowe. Kolorem czerwonym oznaczono prognozowane wartości średnie tego współczynnika na lata 2017 i 2018. Ciągła czerwona linia określa prognozowane maksymalne jego wartości w przedziale lat 2017-2018 i 2018-2019.

Natomiast współczynnik K_{1000a} liczby poważnych zdarzeń zakończonych awaryjnym lądowaniem, przerwaniem lotem bądź startem przedstawia rys. 2.

Obserwuje się systematyczny spadek współczynnika określającego poziom niebezpiecznych sytuacji powodowanych usterkami turbiniowych silników śmigłowych.

Rysunek 3 przedstawia w liczbach bezwzględnych zdarzenia lotnicze zakończone awaryjnym lądowaniem, przerwaniem lotem bądź startem śmigłowców napędzanych silnikiem turbinowym.

Silniki turbośmigłowe

Rysunek 4. przedstawia identyczne parametry jak rys. 1. tyle, że dla silników turbośmigłowych.

Prawdopodobną przyczyną znacznego spadku w roku 2012 i kolejnych latach współczynnika zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami silników turbośmigłowych w porównaniu do lat poprzednich była wymiana floty, a tym samym typu silnika jednego z operatorów lotniczych. Rysunek 5. przedstawia zmianę wartości współczynnika $K_{1000atst}$

Natomiast bezwzględną liczbę poważnych zdarzeń powodowanych przez silniki turbośmigłowe przedstawiono na rys. 6.

Turbinowe silniki odrzutowe

Rozpatrywane współczynniki dotyczące turbinowych silników odrzutowych zarówno ten dla wszystkich zdarzeń lotniczych (rys. 7.) jak i drugi (rys. 8.) dla sytuacji awaryjnych pozostają od roku 2012 na stałym poziomie. Potwierdza to również liczba tych zdarzeń przedstawiona na rys. 9.

Opisane wyżej współczynniki raportowanych zdarzeń powodowanych przez silniki lotnicze dotyczyły w prawie 100% dwusilnikowych statków powietrznych. Awaria jednego silnika nie powoduje jeszcze sytuacji niebezpiecznej, a technika lądowania z jednym pracującym silnikiem jest opisana w samolotowych instrukcjach użytkownika w locie. Liczba awaryjnych lądowań, przerwanych lotów i startów jest bardzo mała.

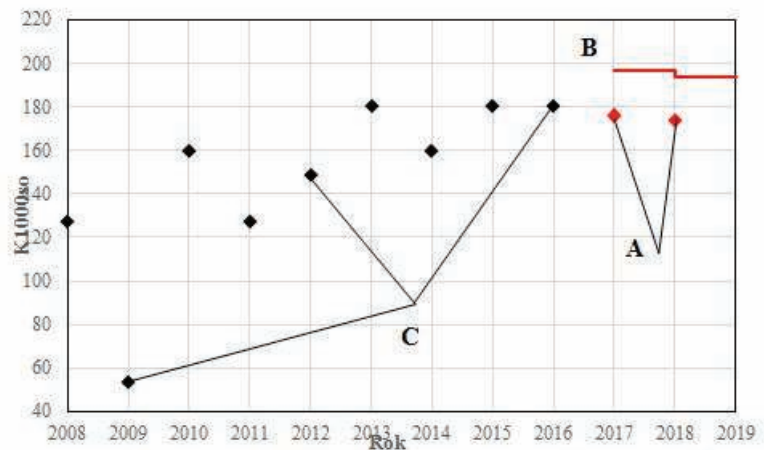
Duże wartości współczynników wynikają z małej liczby eksploatowanych samolotów, a charakteryzujących się znaczną intensywnością latania. Z dotychczas przeprowadzonych analiz opisanych w [2] i [6] wynika, że niesprawności turbinowych silników śmigłowcowych, silników turbośmigłowych i turbinowych odrzutowych eksploatowanych w krajowym lotnictwie nie stanowią

ryzyka zagrożenia bezpieczeństwa latania.

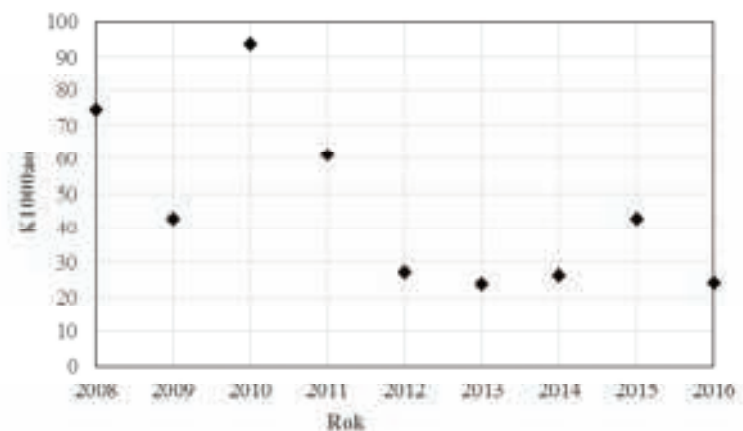
Lotnicze silniki tłokowe

Inna jest sytuacja dotycząca lotniczych silników tłokowych. Autorzy artykułu pragną zwrócić uwagę czytelnika na fakt, że przedstawione

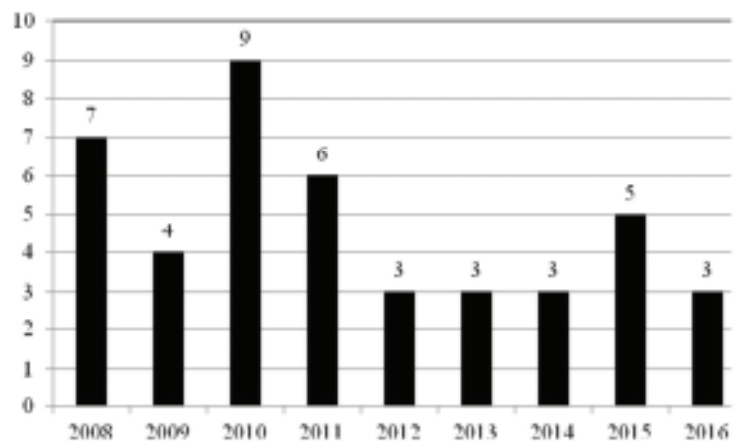
poniżej współczynniki i liczby nie dotyczą silników zabudowanych na motoszybowcach, motolotniach, motoparalotniach i samolotach ultralekkich. Podkreślenia wymaga również to, że w krajowym lotnictwie około 95% zarejestrowanych samolotów tłokowych jest napędzane jednym silnikiem. Rysunki 10. i 11.



7. Bieżące i prognozowane wartości współczynnika $K_{1000atst}$ (oznaczenia jak na rys. 1.)



8. Zmiana wartości współczynnika $K_{1000atst}$ w latach 2008÷2016



9. Liczba awaryjnych lądowań, przerwanych lotów i startów samolotów odrzutowych powodowanych usterkami silnika w latach 2008÷2016

prezentują obraz znacznego wzrostu omawianych w artykule współczynników.

Potwierdzeniem tego jest również ponad trzykrotny wzrost liczby awaryjnych sytuacji powodowanych niesprawnościami silników tłokowych, pokazany na rys. 12. Należy

wspomnieć, że liczba zarejestrowanych samolotów nie uległa znacznej zmianie

– 1107 w 2014 r., 1123 w 2015 r. i 1124 w 2016 r.

Szczegółowe analizy sytuacji związanej z niesprawnościami lotniczych silników tłokowych eksploatawa-

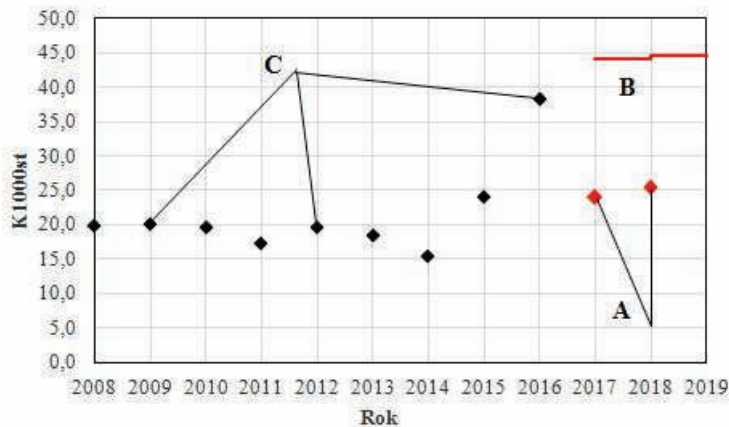
nych w naszym kraju, a przedstawione w [2] i [6] nie pozostawiają wątpliwości, że silniki te stanowią ryzyko zagrożenia bezpieczeństwa w lotnictwie krajowym.

Podsumowanie

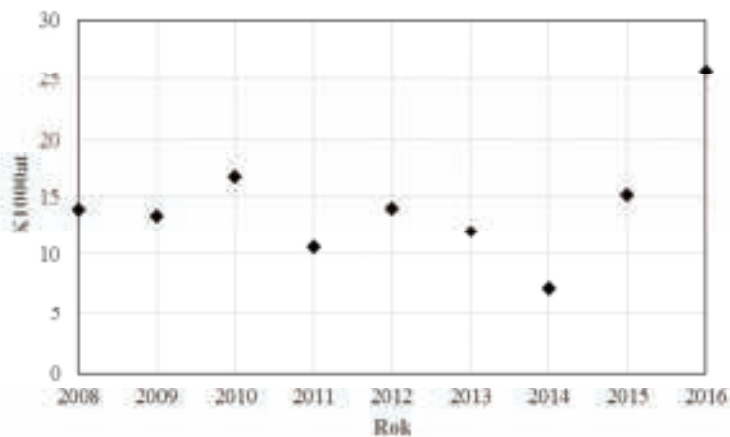
Odwrócenie niebezpiecznego trendu wzrostu niesprawności silników tłokowych powodującego zagrożenie bezpieczeństwa w lotnictwie wymaga, przede wszystkim, zmiany sposobu eksploatacji tych silników. Zdaniem autorów należy wprowadzić nowy system eksploatacji silników, opisany w [8] zasygnalizowanej we wstępie do artykułu.

Urząd Lotnictwa Cywilnego, akceptując przedstawione wnioski z prowadzonych analiz, dopuszcza wprawdzie możliwość eksploatacji wybranych typów silników tłokowych zgodnie z przedstawioną w [8] metodą, jednak jej stosowanie nie jest działaniem obligatoryjnym.

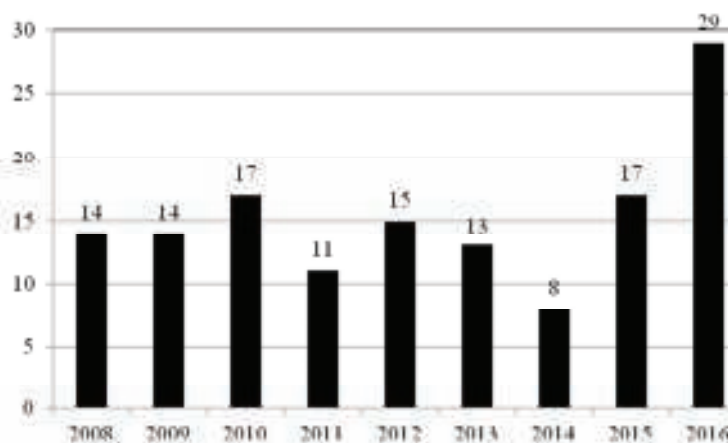
Wdrożenie korzystnej dla użytkownika oferty komercyjnej może spowodować poprawę świadomości ryzyka eksploatacji silników oraz w efekcie końcowym obniżenie liczby zdarzeń lotniczych związanych z ich użytkowaniem. ◀



10. Bieżące i prognozowane wartości współczynnika K1000st, (oznaczenia jak na rys. 1.)



11. Zmiana wartości współczynnika K1000at w latach 2008÷2016



12. Liczba awaryjnych lądowań, przerwanych lotów i startów samolotów napędzanych silnikami tłokowymi powodowanych ustawkami silnika w latach 2008÷2016

Materiały źródłowe

- [1] Aviation Occurrence Categories, Definitions and Usage Notes., International Civil Aviation Organization, Common Taxonomy Team, October 2013 (4.6).
- [2] Balicki W, Głowacki P, Aircraft engines – analysis of reported systems failures in Polish Aviation during years 2008 – 2015, Journal of KONES Powertrain and Transport, ISSN 1231-4005, Vol. 23, No. 1, Warsaw 2016, s.31-37.
- [3] Balicki W, Głowacki P, Kawalec M, Assessment of the airframe systems affecting safety risks caused by large aircraft, Journal

of KONES Powertrain and Transport, ISSN 1231-4005, Vol. 23, No. 1, Warsaw 2016, s.39-46.

[4] Balicki W, Głowacki P, Lorocho L, Safety performance indicators assessment for small aircraft airframe systems, Journal of KONES Powertrain and Transport, ISSN 1231-4005, Vol. 23, No. 2, Warsaw 2016, s.31-38.

[5] Balicki W, Głowacki P, ICAO aviation occurrence categories significantly affected aviation safety in Poland for the period 2008-2015, Scientific Journal of Silesian University of Technology, Series Transport, ISSN: 0209-3324. Vol. 9/2017. p.47-56.

[6] Balicki W., Głowacki P., Causes of the powerplants failures installed on Polish civil aviation aircraft", Combustion Engines No 1/2017 (168), PTNSS ISSN 2300-9896, s.110 – 121.

[7] Coppola, A., Practical Statistical Tools for the Reliability Engineer, Reliability Analysis Center, 201 Mill Street, Rome NY 13440-6916, 1999.

[8] Głowacki P, Aircraft piston engines on-condition exploitation, Aircraft Engineering and Aerospace Technology, DOI: 10.1108/AEAT-01-2017-042.R1.

[9] Krzyżanowski Z., Wieczorek A., Chróściewicz A., Wykorzystanie

metody BowTie oraz techniki GSN do analiz bezpieczeństwa ruchu lotniczego. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, zeszyt 103, Transport, Warszawa 2014.

[10] Lorocho L., Bezpieczeństwo lotnictwa krajowego w działalności Instytutu Lotnictwa, Oprac. „Bezpieczeństwo i niezawodność w lotnictwie. Rozwój lotnictwa w regionach”. Wyd. NOT, Radom, 2015 r.

[11] Wiśniowski, W., XX lat program samolotów lekkich i bezpieczeństwa (PSLiB), Transactions of the Institute of Aviation, No 3(236), 2014.

REKLAMA



CZAS NA INNOWACYJNE BUDOWNICTWO

Oferujemy profesjonalne usługi z zakresu:

- budowy infrastruktury komunikacyjnej, sieci instalacyjnych i obiektów hydrotechnicznych,
- wykonywania pomiarów geodezyjnych, tworzenia map do celów projektowych, wytyczenia budynku i sieci.



W BUDOWNICTWIE WYBIERZ FIRME,
KTÓREJ MOŻESZ ZAUFAĆ

Zobacz, co już wybudowaliśmy
i dla kogo pracowaliśmy:
www.gm-roads.pl

Biuro:

ul. Krzemieniecka 47,
54-613 Wrocław

Budownictwo inżynieryjne:

tel.: (71) 300 12 40
e-mail: info@gm-roads.pl

Geodezja:

tel.: 697 660 932
e-mail: m.wozniak@gm-roads.com

Siedziba firmy:

ul. Wrocławska 41, Łążany
58-130 Żarów

Szanowni Czytelnicy!

W roku 2017 ukazało się 12 numerów Przeglądu Komunikacyjnego zawierających 71 artykułów napisanych przez 101 autorów. Obszernie reprezentowana jest tematyka infrastruktury i transportu szynowego. Nie brak jednak pozycji z innych działów: infrastruktury i transportu drogowego, kształtowania mobilności, transportu lotniczego i kolejnych. Wszystkie artykuły są dostępne on-line. Można skorzystać z wyszukiwarki dostępnej na stronie internetowej czasopisma: przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

Na stronie internetowej znajdują się także całe numery wraz ze spisem ich zawartości. Poniżej publikujemy wykaz artykułów z przypisaniem do poszczególnych działów, wykaz autorów oraz recenzentów. Dziękujemy autorom oraz recenzentom za ich wkład w tworzenie wysokiej jakości Przeglądu Komunikacyjnego. Zapraszamy do współpracy w kolejnym roku, w którym planujemy wydanie także 12 numerów czasopisma.



Zestawienie tematyczne artykułów (według działów)

Transport szynowy. Infrastruktura transportu szynowego

Dziedzictwo kulturowe kolei wąskotorowych w turystyce – szanse i zagrożenia. Dokonania polskie na tle doświadczeń krajów ościennych, Ariel Ciechański, 1/2017, s.2

The Analysis of Threats Arising from the Relations of Dangerous Cargoes and the Rail-Road Infrastructure Illustrated by the Case of Selected Regions of Poland, Zbigniew Matuszak, Agnieszka Michaluk, Marek Jaśkiewicz, Jozef Stoklosa, Karol Zielonka, 1/2017, s.20

Geometryczne układy połączeń torów kolejowych z zastosowaniem rozjazdów zwyczajnych, Arkadiusz Kampczyk, Ewelina Skoczylas, 4/2017, s.13

Proteza koniecpolska jako stymulanta rozwoju transportu kolejowego, Wojciech Jurkowski, Mateusz Smolarski, 4/2017, s.20

Krajowy zintegrowany cykliczny rozkład jazdy (KZCRJ), Piotr Chyliński, 4/2017, s.25

Usamorządowienie kolejowych przewozów regionalnych 2008 – 2015. Co dalej ... ? Juliusz Engelhardt, 4/2017, s.30

Optymalizacja zabezpieczeń przed drganiami kolejowymi na przykładzie nastawni w Białej Rawskiej, Filip Pachla, Bartosz Radecki-Pawlik, Krzysztof Stypuła, Tadeusz Tatar, 6/2017, s.2

Zagrożenia przewodowych i bezprzewodowych systemów transmisji danych w systemach zarządzania i sterowania ruchem kolejowym z uwzględnieniem cyberataków i ataków terrorystycznych, Andrzej Lewiński, 6/2017, s.9

Optimizing the process of railway geometrical layout designing with multicriteria assessment method, Kamila Szwaczkiewicz, 6/2017, s.17

Wstępna walidacja metody symulacji oddziaływania dynamicznego pomiędzy pantografem a siecią jezdnią górną kolejowej trakcji elektrycznej, Danuta Bryja, Adam Popiołek, 6/2017, s.21

Systemy ochrony przed prądami błądzącymi i ich monitoringu oraz ochrona przeciwporażeniowa na II linii metra, Jozef Dąbrowski, 6/2017, s.28

Zagrożenia i ryzyka w procesach certyfikacji, Magdalena Kycko, 6/2017, s.36

Propozycja miejskiej linii tramwaju dwusystemowego dla Wrocławia, Jacek Makuch, 7/2017, s.2

Dopasowanie krawędzi peronowych do taboru w istniejących systemach tramwajowych na przykładzie Wrocławia, Igor Gisterek, 7/2017, s.10

Badanie przepustowości linii kolejowej przy wykorzystaniu nowoczesnych programów mikrosymulacyjnych, Marta Rogowska, 7/2017, s.17

Podstawy metodyczne komparatywnej analizy efektywności ekonomicznej modernizacji taboru kolejowego, Juliusz Engelhardt, 7/2017, s.23

Zastosowanie odcinków nieliniowej krzywizny w torze zwrotnym rozjazdu kolejowego, Władysław Koc, 7/2017, s.27

Technologia budowy linii kolei jednoszynowej, Dominik Bednarek, 7/2017, s.32

Pomiar geometrycznych warunków widoczności przejazdu kolejowo – drogowego, Arkadiusz Kampczyk, 8/2017, s.2

Modelowanie zmiennej krzywizny na długości toru zwrotnego rozjazdu, Władysław Koc, 8/2017, s.8

Modelowanie matematyczne i analiza dynamiczna zjawisk zachodzących na rozjazdach kolejowych, Rafał Kowalik, Emil Sadowski, 10/2017, s.20

Nowe systemy w zarządzaniu ruchem kolejowym w Polsce, Janusz Dyduch, Mięczyński Kornaszewski, 10/2017, s.24

Sprężyste systemy przytwierdzeń do podkładów strunobetonowych – porównanie cech eksploatacyjnych systemów przytwierdzeń typu SB oraz W14, Łukasz Chudyba, 11/2017, s.27

Transport drogowy. Infrastruktura drogowa

Ruch zwierząt po drodze. Ograniczenia w ruchu. Reżim ustawy związany z organizacją ruchu, Małgorzata Klaudia Kozłowska, 1/2017, s.10

Stabilność i pewność systemu oznakowań dróg jako przedmiot ochrony na gruncie prawa wykroczeń. Analiza znamion wykroczenia z artykułu 85 § 1 kodeksu wykroczeń, Małgorzata Klaudia Kozłowska, 1/2017, s.15

The Analysis of Threats Arising from the Relations of Dangerous Cargoes and the Rail-Road Infrastructure Illustrated by the Case of Selected Regions of Poland, Zbigniew Matuszak, Agnieszka Michaluk, Marek Jaśkiewicz, Jozef Stokłosa, Karol Zielonka, 1/2017, s.20

Wskaźnik piaskowy jako ocena przydatności mieszanek niezwiązanych do warstw nawierzchni drogowych, Dariusz Dobrucki, Łukasz Skotnicki, 8/2017, s.13

Transport drogowy – rola i wybrane aspekty rozwoju infrastruktury, Stanisław Gaca, 8/2017, s.18

Drogi rowerowe

Wpływ nawierzchni drogi rowerowej na zużycie energii rowerzysty, Czesław Wolek, Jacek Grosel, Sebastian Kowerski, 8/2017, s.24

Kształtowanie mobilności

Młodość a transport na peryferiach – wizerunek i wykorzystanie pasażerskiego transportu lokalnego w podróżach młodzieży na przykładzie powiatu wschowskiego (woj. lubuskie), Michał Suszczywicz, 1/2017, s.26

Rola Bus Rapid Transit w zbiorowym transporcie miejskim, Aleksander Jagiełło, 2/2017, s.2

Wpływ warunków pracy pakietów trakcyjnych na eksploatację autobusów z napędem elektrycznym, Marcin Koniak, 2/2017, s.7

Zintegrowane systemy taryfowe – kraj i zagranica, Szymon Klemba, 2/2017, s.11

Rola samochodu osobowego w podróżach miejskich mieszkańców Gdyni w 2015 roku w świetle wyników badań marketingowych, Katarzyna Hebel, Marcin Wołek, Olgierd Wyszomirski, 2/2017, s.21

Błędy GPS-owej lokalizacji pojazdów transportu publicznego w Warszawie, Jozef Suda, 2/2017, s.25

Planowanie przebiegu linii transportu zbiorowego w oparciu o kryterium dostępności, Jędrzej Gadziński, Radosław Buł, 4/2017, s.2

Program tramwajowy jako bodziec do wprowadzenia mniej konwencjonalnych rozwiązań z zakresu miejskiej infrastruktury szynowej, Maciej Kruszyna, 4/2017, s.8

Dysfunkcje systemu drogowego łączącego lewo- i prawobrzeżną część Szczecina, Tomasz Stoeck, 8/2017, s.38

Transport lotniczy. Odporność infrastruktury krytycznej lotnisk użytku publicznego

Potencjał konkurencyjności podmiotów sektora transportu lotniczego jako determinanta rozwoju dostępności czasowej i drogowej do portów lotniczych, Dariusz Tłoczyński, 2/2017, s.31

Co oznacza sukces portu lotniczego i kiedy ma wpływ na gospodarkę miasta i regionu? Sonia Huderek-Glępska, 11/2017, s.4

Infrastruktura krytyczna portu lotniczego zdeterminowana implementacją PBN ICAO, Andrzej Fellner, 11/2017, s.10

Ewolucja standardów ochrony lotnictwa cywilnego w Unii Europejskiej, Jan La-skowski, 11/2017, s.17

Nawierzchnie lotniskowe jako element infrastruktury krytycznej w procesie zarządzania bezpieczeństwem lotnisk, Mariusz Wesołowski, Adam Poświata, 11/2017, s.22

Zagrożenie dla portów lotniczych ze strony bezzałogowych statków powietrznych, Jakub Marszałkiewicz, 12/2017, s.2

Polityka państwa w odniesieniu do lotnisk użytku publicznego, Dariusz Tłoczyński, 12/2017, s.9

Analiza progów rentowności polskich regionalnych portów lotniczych, Wojciech Augustyniak, 12/2017, s.16

Bezzałogowe statki powietrzne jako narzędzie wsparcia służb lotniskowych, Radosław Fellner, 12/2017, s.20

Zagrożenia w lotnictwie cywilnym wynikające z niesprawności silników lotniczych, Paweł Głowacki, Leszek Loroch, 12/2017, s.24

Koleje linowe

Budowa i eksploatacja kolei linowych – kompetencje organów i prawa stron, Agnieszka Rembkowska, Aleksandra Kurzempa, 3/2017, s.2

O.I.T.A.F. i CEOC jako przykłady międzynarodowych organizacji i stowarzyszeń zajmujących się problematyką transportu linowego, Sebastian Rudnik, 3/2017, s.10

Rola badań lin w procesie bezpiecznej eksploatacji kolei linowych, Grzegorz Olszyna, Andrzej Tytko, 3/2017, s.15

Badania elementów używanych kolei linowych przeprowadzane przed ponownym zainstalowaniem tych kolei, Grzegorz Olszyna, Tomasz Rokita, Marian Wójcik, 3/2017, s.23

Czy koleje dwulinowe mają przyszłość? Grzegorz Olszyna, Tomasz Rokita, Marian Wójcik, 3/2017, s.27

Aspekty techniczno-metrologiczne nieniszczących badań eksploatacyjnych wybranych elementów urządzeń transportu linowego, Jerzy Kwaśniewski, Tomasz Krakowski, Szymon Molski, Hubert Ruta, Jakub Szybowski, 3/2017, s.33

Skuteczność transportu linowego w rozwiązywaniu problemów komunikacyjnych na przykładzie kolei linowej funkcjonującej w Politechnice Wrocławskiej, Piotr Mackiewicz, Antoni Szydło, 3/2017, s.39

Inżynieria mostowa

Wzmacnianie mostu ze względu na bardzo duże obciążenie drogowe, Czesław Machelski, Maciej Hildebrand, 8/2017, s.30

Problemy geotechniczne w infrastrukturze transportowej

Wpływ średnicy płyty obciążającej na wyniki próbnych obciążeń kolumn formowanych metodą wymiany dynamicznej, Sławomir Kwiecień, 5/2017, s.3

Wpływ wilgotności na wytrzymałość na ścinanie wybranych gruntów spoistych, Tymoteusz Zydroń, Małgorzata Wojciechowska-Dymańska, Andrzej T. Gruchot, Tomasz Zaleski, 5/2017, s.9

Wpływ metody badania na wartości granicy płynności wybranych gruntów spoistych, Andrzej T. Gruchot, Eugeniusz Zawisza, Tymoteusz Zydroń, Ewa Klimek, 5/2017, s.15

Nowa konstrukcja szyn kolejek podwieszonych jako przykład typizacji rozwiązań dla transportu podziemnego w kopalniach JSW SA, Marek Rotkegel, Łukasz Szot, Michał Kapała, Marek Dras, 5/2017, s.21

Prawo w transporcie

Problem pozbawiania kategorii dróg publicznych w świetle ustawy o drogach publicznych, Patryk Lewandowski, 8/2017, s.35

Ratyfikacja przez Polskę Europejskiego porozumienia o głównych śródlądowych drogach wodnych o znaczeniu międzyna-

rodowym (AGN), Sebastian Rudnik, 10/2017, s.29

Problemy dynamiki obiektów infrastruktury transportowej

Badania dynamiczne taboru kolejowego, Andrzej Zbieć, Grzegorz Wysocki, 9/2017, s.2

Współczynniki dynamiczne ugięć pionowych w analizie numerycznej belkowych mostów kolejowych, Monika Podworna, 9/2017, s.7

Oddziaływanie pojazdu na powłokę w obiektach gruntowo-powłokowych, Czesław Machelski, 9/2017, s.12

Modelowanie analogowe w analizie jakościowej rozchodzenia się drgań, Eligiusz Mieloszyk, Sławomir Grulkowski, 9/2017, s.18

Akustyczna specyfika stalowych mostów kolejowych, Lucjan Janas, 9/2017, s.22

Drgania płyty o średniej grubości spoczywającej na podłożu odkształcalnym pod obciążeniem impulsowym, Waław Szczeniak, Magdalena Ataman, 9/2017, s.26

Ruchomy oscylator na moście składanym o pośrednich podporach pływających, Waław Szczeniak, Magdalena Ataman, 9/2017, s.30

Wyznaczanie optymalnej krzywizny toru zwrotnego w rozjazdach dla kolei dużych prędkości na podstawie analizy dynamicznej, Władysław Koc, Katarzyna Palikowska, 10/2017, s.2

Badania trwałości rozjazdów kolejowych z podkładkami pod podkładowymi (ppp) w podrozdnicach strunobetonowych, Ewelina Kwiatkowska, 10/2017, s.8

Jakość eksploatacyjna i wibroizalacyjność nawierzchni przejazdów kolejowo – drogowych, Ewelina Kwiatkowska, 10/2017, s.12

Badania kratownicowych przęseł mostu kolejowego pod obciążeniem eksploatacyjnym, Józef Rabięga, Roman Chrobok, 10/2017, s.15

Alfabetyczny wykaz autorów

- Magdalena Ataman, 9/2017, s.26, 9/2017, s.30
Wojciech Augustyniak, 12/2017, s.16
- Dominik Bednarek, 7/2017, s.32
Danuta Bryja, 6/2017, s.21
Radosław Bul, 4/2017, s.2
- Roman Chrobok, 10/2017, s.15
Łukasz Chudyba, 11/2017, s.27
Piotr Chyliński, 4/2017, s.25
Ariel Ciechański, 1/2017, s.2
- Józef Dąbrowski, 6/2017, s.28
Dariusz Dobrucki, 8/2017, s.13
Marek Dras, 5/2017, s.21
Janusz Dyduch, 10/2017, s.24
- Juliusz Engelhardt, 4/2017, s.30, 7/2017, s.23
- Andrzej Fellner, 11/2017, s.10,
Radosław Fellner, 12/2017, s.20
- Stanisław Gaca, 8/2017, s.18
Jędrzej Gadziński, 4/2017, s.2
Igor Gisterek, 7/2017, s.10
Paweł Głowacki, 12/2017, s.24
Sławomir Grulkowski, 9/2017, s.18
Jacek Grosel, 8/2017, s.24
Andrzej T. Gruchot, 5/2017, s.9, 5/2017, s.15
- Katarzyna Hebel, 2/2017, s.21
Maciej Hildebrand, 8/2017, s.30
Sonia Huderek-Glaspka, 11/2017, s.4
- Aleksander Jagiełło, 2/2017, s.2
Lucjan Janas, 9/2017, s.22
Marek Jaśkiewicz, 1/2017, s.20
Wojciech Jurkowski, 4/2017, s.20
- Arkadiusz Kampczyk, 4/2017, s.13, 8/2017, s.2
Michał Kapala, 5/2017, s.21
- Szymon Klemba, 2/2017, s.11
Ewa Klimek, 5/2017, s.15
Władysław Koc, 7/2017, s.27, 8/2017, s.8,
10/2017, s.2
Marcin Koniak, 2/2017, s.7
Mieczysław Kornaszewski, 10/2017, s.24
Rafał Kowalik, 10/2017, s.20
Sebastian Kowerski, 8/2017, s.24
Małgorzata Klaudia Kozłowska, 1/2017, s.10,
1/2017, s.15
Tomasz Krakowski, 3/2017, s.33
Maciej Kruszyna, 4/2017, s.8
Aleksandra Kurzempa, 3/2017, s.2
Jerzy Kwaśniewski, 3/2017, s.33
Ewelina Kwiatkowska, 10/2017, s.8, 10/2017,
s.12
Sławomir Kwiecień, 5/2017, s.3
Magdalena Kycko, 6/2017, s.36
- Jan Laskowski, 11/2017, s.17
Patrik Lewandowski, 8/2017, s.35
Andrzej Lewiński, 6/2017, s.9
Leszek Loroch, 12/2017, s.24
- Czesław Machelski, 8/2017, s.30, 9/2017, s.12
Piotr Mackiewicz, 3/2017, s.39
Jacek Makuch, 7/2017, s.2
Jakub Marszałkiewicz, 12/2017, s.2
Zbigniew Matuszak, 1/2017, s.20
Agnieszka Michaluk, 1/2017, s.20
Eligiusz Mieloszyk, 9/2017, s.18
Szymon Molski, 3/2017, s.33
- Grzegorz Olszyna, 3/2017, s.15, 3/2017, s.23,
3/2017, s.27
- Filip Pachla, 6/2017, s.2
Katarzyna Palikowska, 10/2017, s.2
Monika Podwórna, 9/2017, s.7
Adam Popiołek, 6/2017, s.21
Adam Poświata, 11/2017, s.22
- Józef Rabięga, 10/2017, s.15
- Bartosz Radecki-Pawlik, 6/2017, s.2
Agnieszka Rembkowska, 3/2017, s.2
- Marta Rogowska, 7/2017, s.17
Tomasz Rokita, 3/2017, s.23, 3/2017, s.27
Marek Rotkegel, 5/2017, s.21
Sebastian Rudnik, 3/2017, s.10, 10/2017, s.29
Hubert Ruta, 3/2017, s.33
- Emil Sadowski, 10/2017, s.20
Łukasz Skotnicki, 8/2017, s.13
Ewelina Skoczylas, 4/2017, s.13
Mateusz Smolarski, 4/2017, s.20
Jozef Stokłosa, 1/2017, s.20
Krzysztof Stypuła, 6/2017, s.2
Tomasz Stoeck, 8/2017, s.38
Jozef Suda, 2/2017, s.25
Michał Suszczewicz, 1/2017, s.26
Wacław Szcześniak, 9/2017, s.26, 9/2017,
s.30
Łukasz Szot, 5/2017, s.21
Kamila Szwaczkiewicz, 6/2017, s.17
Jakub Szybowski, 3/2017, s.33
Antoni Szydło, 3/2017, s.39
- Tadeusz Tatar, 6/2017, s.2
Dariusz Tłoczyński, 2/2017, s.31, 12/2017, s.9
Andrzej Tytko, 3/2017, s.15
- Mariusz Wesółowski, 11/2017, s.22
Małgorzata Wojciechowska- Dymańska,
5/2017, s.9
Czesław Wolek, 8/2017, s.24
Marcin Wolek, 2/2017, s.21
Marian Wójcik, 3/2017, s.23, 3/2017, s.27
Grzegorz Wysocki, 9/2017, s.2
Olgierd Wyszomirski, 2/2017, s.21
- Tomasz Zaleski, 5/2017, s.9
Eugeniusz Zawisza, 5/2017, s.15
Andrzej Zbieć, 9/2017, s.2
Karol Zielonka, 1/2017, s.20
Tymoteusz Zydrón, 5/2017, s.9, 5/2017, s.15

Alfabetyczny wykaz recenzentów

- Katarzyna Chruzik
Tomasz Balcerzak
Andrzej Batog
Dominik Bednarek
Jan Bień
Danuta Bryja
Piotr Chrostowski
Ariel Ciechański
Andrzej Fellner
Jędrzej Gadziński
Igor Gisterek
Sławomir Grulkowski
Hubert Igliński
Henryk Jafernik
Arkadiusz Kampczyk
- Krzysztof Kaperczak
Sławomir Karaś
Robert Konieczka
Damian Kosicki
Sebastian Kowerski
Maciej Kruszyna
Marek Krużyński
Adam Kuszyński
Krzysztof Lewandowski
Czesław Machelski
Piotr Mackiewicz
Jacek Makuch
Radosław Mazurkiewicz
Michał Pawłowski
Jan Pila (Słowacja)
- Adrian Różański
Jeremi Rychlewski
Grzegorz Sierpiński
Maciej Sobótka
Jacek Skorupski
Elżbieta Stilger-Szydło
Tomasz Stoeck
Andrzej Światoniewski
Piotr Świątecki
Piotr Uchroński
Rudolf Volner (Czechy)
Czesław Wolek

Opracowanie: Maciej Kruszyna



REKMA Sp. z o.o.

ul. Szlachecka 7

32-080 Brzezie

tel. +48 12/633 59 22

fax +48 12/397 52 20

www.rekma.pl

- Dylatacje bitumiczne EMD typ Rekma
- Dylatacje mechaniczno-asfaltowe SILENT-JOINT^{RESA}
- Szczeliny dylatacyjne w nawierzchniach betonowych i asfaltowych
- Naprawa spękań nawierzchni
- Specjalistyczne cięcie nawierzchni betonowych i asfaltowych
- Wypełnianie szczelin dylatacyjnych w torowiskach tramwajowych
- Natrysk środkami hydrofobowymi i hydrofilowymi
- Rowkowanie (grooving) nawierzchni
- Specjalistyczne wiercenie otworów pod kotwy i dyble
- Kruszenie nawierzchni betonowych metodą ultradźwiękową – RMI



SPECJALISTYCZNE PRACE DROGOWE



PN-EN ISO 9001:2009