

# Analiza wykorzystania płyty postojowej w Międzynarodowym Porcie Lotniczym im. Jana Pawła II w Krakowie<sup>1</sup>

## BRYNIARSKA ZOFIA

dr inż., Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Katedra Systemów Transportowych, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, e-mail: z\_bryn@pk.edu.pl

## PINDEL IWONA

inż., absolwentka studiów I stopnia kierunku: Transport, Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, e-mail: iwona.pe12@gmail.com

**Streszczenie:** Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków-Balice to port lotniczy, który rozwija się bardzo dynamicznie. Z roku na rok liczba obsługiwanych pasażerów wzrasta. Z tego względu lotnisko jest ciągle rozbudowywane. Pod koniec roku 2016 oddano do użytku nowy terminal pasażerski, a obecnie zakończono remont płyty postojowej. Celem artykułu jest przeprowadzenie analizy wykorzystania płyty postojowej przed rozpoczęciem prac budowlanych i reorganizacji płyty. Obliczenia miały na celu sprawdzenie wykorzystania płyty, a w przyszłości porównania analiz sytuacji sprzed i po remoncie płyty. Analizę wykonano na podstawie udostępnionych danych zawierających informacje o liczbie operacji lotniczych zarejestrowanych w ciągu okresu jednego roku, rzeczywistych oraz rozkładowych czasach operacji lotniczych – przylotów i odlotów wraz z przydzielonym numerem stanowiska postojowego na płycie lotniska. Przeprowadzono analizę wykorzystania poszczególnych stanowisk w całym analizowanym okresie oraz wielkości czasów postoju samolotów na płycie, w tym z podziałem na linie lotnicze tradycyjne oraz niskokosztowe. Przeanalizowano wykorzystanie płyty i jej poszczególnych stanowisk w dniu, w którym lotnisko przyjęło największą liczbę samolotów. W podsumowaniu zawarto najważniejsze wnioski z przeprowadzonej analizy oraz wyliczone wartości charakteryzujące: wykorzystanie płyty w dniu o największej liczbie operacji, zajętość poszczególnych stanowisk w badanym okresie, średnie czasy postojów samolotów na płycie.

**Słowa kluczowe:** transport lotniczy płyta/płaszczyzna postojowa, czas postoju, miejsce postojowe

## Wprowadzenie

Komunikacja lotnicza jest jedną z najbardziej dynamicznie rozwijających się gałęzi transportu. Rozwija się bardzo prędko i wykorzystuje najnowocześniejsze rozwiązania technologiczne. W porównaniu do pozostałych środków transportu cechuje go szybkość oraz wysoki stopień bezpieczeństwa. Jego nieustanny rozwój wymaga dużych nakładów finansowych, wysoko wykwalifikowanej kadry, skomplikowanych urządzeń nawigacyjnych i naziemnych.

Gospodarka światowa silnie wpływa na transport lotniczy wymuszając stosowanie coraz to nowych technologii oraz coraz niższych kosztów jednostkowych. Mówi się, że komunikacja lotnicza głównie w dziedzinie przewozów pasażerskich będzie wzrastać średnio nawet do 5% rocznie [1]. Największy wpływ na rozwój światowego lotnictwa mają obecnie trzy regiony na świecie: Ameryka Północna, Europa oraz część Azji i Pacyfiku. Wzrost ten głównie zawdzięcza się regularnym lotom rozkładowym, ale ważną kwestią odgrywają również loty czarterowe organizowane przez biura po-

dróżny i inne duże przedsiębiorstwa. Według ICAO w 2015 roku przewoźnicy przewieźli około 3,5 mld pasażerów<sup>2</sup>. Z roku na rok w rozwoju światowego rynku transportu lotniczego wzrasta rola przewoźników niskokosztowych (ang. *low cost*). W 2016 roku linie *low cost* przewiozły 28% pasażerów na świecie, osiągając, po raz pierwszy w historii, wynik ponad miliard przewiezionych osób. W Europie linie niskokosztowe przewiozły 32% wszystkich pasażerów, w regionie Azji i Pacyfiku 31%, a w Ameryce Północnej 25%. Dzięki temu ogólna liczba pasażerów przewiezionych w 2016 roku w transporcie lotniczym wyniosła 3,6 mld osób<sup>3</sup>.

Również w Polsce transport lotniczy jest istotnym elementem infrastruktury gospodarczej przyczyniającym się do prężnego rozwoju regionów i miast. Od chwili wejścia Polski do Unii Europejskiej rynek lotniczy rozwija się bardzo dynamicznie. W 2018 roku polskie porty lotnicze obsługiwały ponad sześciokrotnie więcej pasażerów w porównaniu do roku 2003 oraz o 14,3% więcej pasażerów niż w roku wcześniejszym, co było bardzo dobrym wynikiem w skali europejskiej i światowej<sup>4</sup>, a tendencja wzrostowa utrzymuje się do dziś. Liberalizacja rynku lotniczego dała najwięcej korzyści polskiemu lotniskom regionalnym. Liczba międzynarodowych tras w 2003 roku wynosiła 20, natomiast w 2018 roku osiągnęła 216 [2], co stanowi niemal 11 razy więcej niż w 2003 roku i o 31,3% więcej niż w roku poprzedzającym. Efektem tego jest również fakt, że regionalny ruch lotniczy z 14,5% w 1993 roku osiągnął 61,2% udziału na rynku przewozów lotniczych w roku 2018<sup>5</sup>.

Według Urzędu Lotnictwa Cywilnego polskie porty lotnicze w 2016 roku obsługiwały 34 mln pasażerów, natomiast w 2018 roku już 45,7 mln, co oznacza wzrost o 34,4% w stosunku do roku 2016. Liderem wielkości obsługiwanych pasażerów od lat jest Lotnisko Chopina w Warszawie. W 2018 roku obsłużono na nim 17,7 mln pasażerów (w 2016 r. – 12,8 mln). Największym portem regionalnym jest lotnisko Kraków-Balice z ponad 8 mln pasażerów obsługiwanych w 2019 roku (w 2016 – 4,97 mln, w 2018 – 6,76 mln)<sup>6</sup>.

<sup>2</sup> <http://www.prtl.pl/articleimg/Raport%20Rynek%20Lotniczy%202016.pdf> (dostęp: 29.10.2017).

<sup>3</sup> <http://www.pasazer.com/news/32923/icao,3,6,mld,pasazerow,w,2016,r.html> (dostęp: 29.10.2017).

<sup>4</sup> Opracowanie własne na podstawie <https://www.ulc.gov.pl/pl/statystyki-analizy/statystyki-i-analizy-rynku-transportu-lotniczego> (dostęp: 31.01.2020).

<sup>5</sup> Opracowanie własne na podstawie <https://www.ulc.gov.pl/pl/statystyki-analizy/statystyki-i-analizy-rynku-transportu-lotniczego> (dostęp: 31.01.2020).

<sup>6</sup> [https://www.ulc.gov.pl/\\_download/regulacja\\_rynku/statystyki/2018/4-kw-2018/wg\\_portow\\_lotniczych\\_kw42018.pdf](https://www.ulc.gov.pl/_download/regulacja_rynku/statystyki/2018/4-kw-2018/wg_portow_lotniczych_kw42018.pdf) (dostęp: 31.01.2020).

<sup>1</sup> ©Transport Miejski i Regionalny, 2020. Wkład autorów w publikację Z. Bryniarska 50%, I.Pindel 50%

Narodowy przewoźnik, Polskie Linie Lotnicze LOT, po restrukturyzacji stale rozbudowuje siatkę połączeń. Otworzył i wznowił wiele połączeń międzynarodowych, ale także i długodystansowych<sup>7</sup>. Zanotowano znaczną dynamikę wzrostu ruchu pasażerskiego krajowego i międzynarodowego. W 2018 roku największy wzrost w stosunku do roku poprzedniego zanotował Ryanair (29,03%), zaraz za nim przewoźnicy: PLL LOT (26,59%), WizzAir (19,80%) oraz Lufthansa (5,65%)<sup>8</sup>.

### Kody portów lotniczych – oznaczanie lotnisk

Każdy port lotniczy lub lotnisko posiada swój kod klasyfikacyjny, który umożliwia określenie zależności pomiędzy typem statku powietrznego a długością drogi startowej. Ujednolicenie to opracowała Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego (ICAO). Kod ten składa się z cyfry i litery. Pierwszy element kodu – cyfra – odnosi się do długości drogi startowej, która jest wymagana dla określonego rodzaju statku powietrznego, jaki będzie eksploatowany w danym porcie lotniczym. Drugi element kodu – litera – odpowiada maksymalnej rozpiętości skrzydeł samolotu oraz odległości między skrajnymi elementami kół podwozia głównego. Dla przykładu port lotniczy Kraków-Balice posiada kod referencyjny 4D, co oznacza: referencyjna długość startu samolotu co najmniej 1800 m; rozpiętość skrzydeł samolotu od 36 m do 52 m; całkowity rozstaw zewnętrznych kół podwozia głównego od 6 m do 9 m.

Każde lotnisko lub port lotniczy ma też kod IATA nadany przez Międzynarodowe Zrzeszenie Przewoźników Powietrznych (IATA). Jest to trzyliterowy kod alfanumeryczny, który służy do identyfikowania lotnisk na całym świecie i pomaga w organizacji przewozów powietrznych np. przy przewozie bagaży pasażerów. Oznaczenie kodu najczęściej nawiązuje do nazwy miasta, które dany port lotniczy obsługuje, np. KRK – Lotnisko Kraków-Balice.

Ponadto porty lotnicze i lotniska posiadają również kod ICAO – czteroliterowy wskaźnik lokalizacji – który tworzy element dużego systemu adresowego używanego w lotnictwie. Kod został wprowadzony przez Międzynarodową Organizację Lotnictwa Cywilnego (ICAO). Wskaźnik lokalizacji ma strukturę regionalną. Pierwsza litera oznacza część świata według podziału ICAO. Druga litera to państwo lub region administracyjny w danej części świata, a ostatnie dwie litery wskazują daną stację lotniczą. Przykładowo kod ICAO dla lotniska w Krakowie ma postać E – Europa, P – Polska, KK – stacja lotnicza w Krakowie co daje EPKK.

Kolejnym parametrem charakteryzującym dane lotnisko jest jego położenie. Określa go punkt odniesienia lotniska ARP (*Aerodrome Reference Point*), który wskazuje dokładną długość i szerokość geograficzną. ARP wskazuje się na środku głównej drogi startowej. Współrzędne lotniska Kraków-Balice to 50°04'40"N 019°47'05"E.

### Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków-Balice

Port lotniczy Kraków-Balice położony jest w miejscowości Balice, 11 km na zachód od centrum Krakowa. Sąsiaduje z 8. Bazą Lotnictwa Transportowego w Balicach i wspólnie z nią użytkuje drogę startową. Jest zarządzany przez spółkę Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków-Balice sp. z o. o. Powierzchnia lotniska wynosi 310 ha, w tym pod zarządem spółki MPL znajduje się 27,5 ha. Powierzchnia ogólna nie obejmuje części wojskowej i terenów 8. Bazy Lotnictwa Transportowego. Port lotniczy jest czynny całą dobę.

W każdym kolejnym roku znacznie wzrasta liczba wykonanych na lotnisku operacji w ruchu krajowym i międzynarodowym (regularnym i czarterowym). W 2018 roku odnotowano ponad 49,6 tysiąca operacji lotniczych (w 2016 – 36,9 tysięcy), o 25,5% więcej niż w roku 2016. W 2016 roku było ich o 15% więcej niż w 2015. Z miesiąca na miesiąc notowane były kolejne rekordy liczby obsłużonych pasażerów, by w sierpniu 2016 roku osiągnąć prawie pół miliona osób. Do tak gwałtownego wzrostu ruchu przyczyniły się Światowe Dni Młodzieży odbywające się pod koniec lipca 2016 roku w Krakowie.

W 2016 roku lotnisko oferowało w sumie 86 połączeń (w 2019 – 150 połączeń rozkładowych). Połączenia te do kilkudziesięciu różnych miast dzieliły się na połączenia regularne i czarterowe. Na lotnisku operowało łącznie 21 przewoźników (w 2019 roku – 24 przewoźników).

### Infrastruktura krakowskiego lotniska

Krakowskie lotnisko posiada 1 pas startowy o wymiarach 2550 x 60 m (rys. 1). Numery drogi startowej, czyli kierunek w jakim przebiega dany pas to 07 oraz 25. Wartości te określane są jako 1/10 wartości azymutu magnetycznego drogi startowej. Numer 07 oznacza kierunek drogi od strony wschodniej, a numer 25 kierunek drogi od strony zachodniej. W maju 2016 roku została podjęta decyzja o budowie nowej drogi startowej ze względu na wyeksploatowanie i zły stan techniczny obecnej. Nowy pas startowy będzie miał długość 2800 m i szerokość 60 m i zostanie wybudowany w wariantcie północnym odchylonym od obecnego pasa o 4,7<sup>9</sup>. Nowa droga ma powstać do roku 2022.

Pas startowy połączony jest z płytą postojową kilkoma drogami kołowania. Nazwy poszczególnych dróg kołowania pochodzą z alfabetu fonetycznego ICAO oraz NATO. Alfabet ten jest najbardziej rozpowszechnionym systemem literowania wyrazów. Głównie wykorzystywany jest w lotnictwie podczas komunikacji radiowej, gdzie każdej literze alfabetu odpowiada ustalone słowo<sup>10</sup>. Główną drogą kołowania, równoległą do drogi startowej, jest Bravo podzielona na kilka odcinków – B1, B2, B3, B4, B5, B6. Drogami kołowania z pasa startowego są: Alpha, Charlie, Delta oraz Foxtrot. Drogi kołowania i pole wzlotów wchodzi w skład pola manewrowego. Płyta postojowa łączy strefę operacyjną oraz strefę publiczną lotniska.

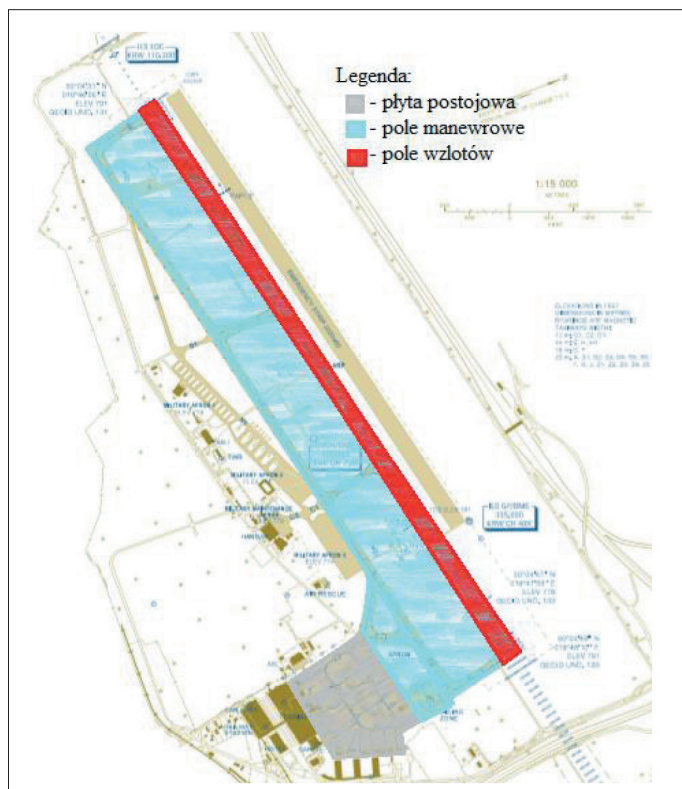
<sup>7</sup> <http://www.ulc.gov.pl/pl/247-aktualnosci/4168-rynek-lotniczy-rozwija-sie-znacznie-powyzej-oczekiwan> (dostęp: 31.10.2017).

<sup>8</sup> Opracowanie własne na podstawie <https://www.ulc.gov.pl/pl/statystyki-analizy-statystyki-i-analizy-rynku-transportu-lotniczego> (dostęp: 31.01.2020).

<sup>9</sup> [http://bip.kielce.rdos.gov.pl/files/obwieszczenia/151071/Obwieszczenie\\_RDOS\\_Kielce\\_WOO-I.420.71.2018.JO-\(2\).pdf](http://bip.kielce.rdos.gov.pl/files/obwieszczenia/151071/Obwieszczenie_RDOS_Kielce_WOO-I.420.71.2018.JO-(2).pdf) (dostęp: 31.01.2020)

<sup>10</sup> <http://aircraft.cba.pl/?p=41> (dostęp: 28.12.2017)





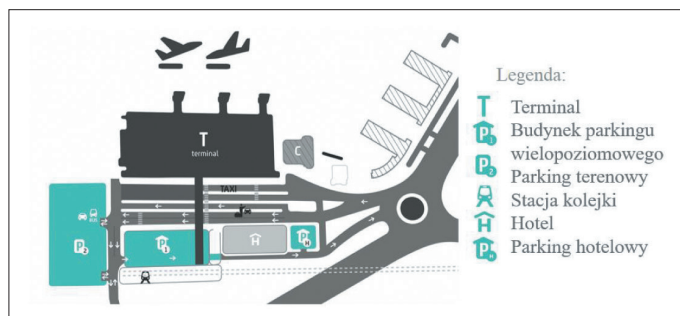
Rys. 1. Pole ruchu naziemnego lotniska Kraków-Balice

Źródło: opracowanie własne na podstawie Zbioru Informacji Lotniczych AIP Polska [www.ais.pansa.pl](http://www.ais.pansa.pl)

W strefie publicznej (rys. 2) znajduje się międzynarodowy terminal pasażerski o powierzchni prawie 55 tysięcy m<sup>2</sup>. Przepustowość terminala szacuje się na poziomie 1800 pasażerów w odlotach i 1800 pasażerów w przylotach w godzinie szczytowej, czyli wynosi ona 7,884 mln pasażerów na rok. Dworzec pasażerski podzielony jest na strefę odlotową i strefę przylotową. W strefie odlotowej znajduje się 45 stanowisk odprawy biletowo-bagażowej oraz 18 wyjść do samolotów (*gates*). Wyjścia numer 7, 11 i 16 wyposażone są w pasażerskie pomosty załadowcze (rękawki). Terminal jest w pełni przystosowany do ruchu pasażerskiego w strefach Schengen i non-Schengen oraz do ruchu tranzytowego.

Po zachodniej stronie budynku znajduje się wydzielony terminal VIP do obsługi klientów biznesowych i nie tylko. W terminalu tym znajduje się kilka sal konferencyjnych, wyciszone poczekalnie z miejscami do pracy, a klienci mogą także skorzystać z transportu indywidualnego z terminalu do przygotowanego samolotu.

Budynek dworca jest połączony z budynkiem parkingu wielopoziomowego za pomocą kładki – naziemnego, krytego przejścia pieszego. Przejście to łączy również terminal z przystankiem kolei aglomeracyjnej mieszczącym się w budynku parkingu oraz hotelem położonym obok. Parking wielopoziomowy oddano do użytku w 2010 roku, a jego pojemność wynosi 1200 samochodów na 6 poziomach. Po zachodniej stronie parkingu wielopoziomowego znajduje się parking terenowy, który posiada około 870 miejsc postojowych. Obok parkingu wielopoziomowego w 2014 roku otwarto hotel Hilton Garden Inn. Hotel posiada ponad 150 pokoi, kilka sal konferencyjnych i jest du-



Rys. 2. Infrastruktura lotniska w części publicznej

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów własnych MPL

żym udogodnieniem dla pasażerów podróżujących z krakowskiego lotniska.

Po wschodniej stronie dworca znajduje się terminal towarowy Cargo. Służy on do przeładowywania, załadowywania i wyładowywania ładunków przewożonych drogą lotniczą.

Lotnisko posiada również wewnętrzny układ komunikacyjny składający się z 4 równoległych, jednokierunkowych jezdni. Bezpośrednio przed terminalem zaprojektowano dwa pasy ruchu do przejazdu autobusów i autokarów oraz przejazdu i postoju taksówek. Omawiane pasy ruchu umożliwiają również dojazd do terminala Cargo. Kolejny pas ruchu przeznaczony jest dla samochodów osobowych z możliwością krótkotrwałego postoju (zatoka Kiss & Fly). Skrajny pas od strony budynku terminala przeznaczony jest do ruchu tranzytowego oraz wjazdu na parking terenowy i wielopoziomowy<sup>11</sup>. Widok terminalu pasażerskiego wraz z fragmentem wewnętrznego układu komunikacyjnego przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Terminal pasażerski Kraków Airport oraz fragment wewnętrznego układu komunikacyjnego

Źródło: <http://www.krakowairport.pl/pl/lotnisko,c94/media,c106/multimedia,c107/galeria,c228/krakow-airport,c230/> (dostęp: 10.12.2017)

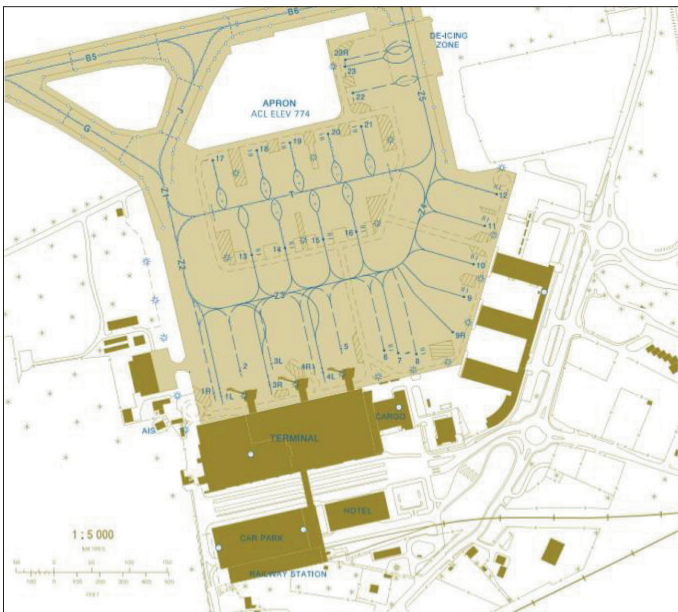
## Płyta postojowa MPL Kraków-Balice

Płyta postojowa lotniska w Krakowie była kilkakrotnie rozbudowywana. Liczba stanowisk postojowych była powiększana wraz ze wzrostem ruchu w porcie lotniczym. W 1996 roku zwiększono liczbę stanowisk do 11, a w 2003 do 17. W 2010

<sup>11</sup> <http://www.krakowairport.pl/pl/lotnisko,c94/inwestycje,c177/strefa-publiczna,c178/wewnetrzny-uklad-komunikacyjny-wuk,a1334.html> (dostęp: 09.12.2017)

roku dobudowano kolejne oraz powstał nowy łącznik pomiędzy pasem startowym. Obecnie płyta postojowa ma powierzchnię 92 000 m<sup>2</sup> i posiada 22 stanowiska postojowe.

Płyta łączy terminal pasażerski z drogą startową i drogami kołowania. Samoloty kołują na płytę drogami kołowania Golf oraz Juliet, następnie wewnątrzpłytową drogą kołowania Zulu są prowadzone za pomocą samochodów *Follow Me* na przypisane stanowisko. Droga kołowania Zulu składa się z 5 części. Statki powietrzne wjeżdżające na płytę prowadzone są po Z1, Z2, jeżeli mają zająć stanowisko od 1–8 pod terminalem kierowane są po Z3. Do stanowisk od 9 do 12 prowadzi Z4 i drogą kołowania najczęściej wykorzystywaną do kołowania samolotów na pas startowy jest Z5. Na stanowiska 13–16 oraz 17–21 prowadzi wewnątrzpłytowa droga kołowania Tango. Płytę postojową z podpisanymi stanowiskami oraz wewnątrzpłytowymi drogami kołowania przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Płyta postojowa lotniska w Krakowie

Źródło: Zbiór Informacji Lotniczych AIP Polska [www.ais.pansa.pl](http://www.ais.pansa.pl)

Na krakowskiej płycie koncepcja stanowisk postojowych jest zbliżona do systemu połączonego – hybrydowego. Stanowiska postojowe znajdują się blisko dworca, a samoloty ustawiane są nosem do przodu. Stosowane są również stanowiska w równoległych rzędach w dalszej odległości od dworca.

Wielkość poszczególnych stanowisk postojowych jest dopasowana do typu eksploatowanego samolotu. Na płycie znajdują się dwadzieścia dwa stanowiska dla samolotów kodu C, jedno stanowisko kodu B, trzy stanowiska dla samolotów kodu E i dwa stanowiska dla samolotów kodu D. Metoda manewrowania samolotów po płycie zależy od stanowiska postojowego, które ma zająć samolot. Na stanowiska 1–8 statki powietrzne kołują mocą własnych silników, natomiast wypychane są metodą *push out* za pomocą holownika. Podobna sytuacja dotyczy stanowisk od 9 do 12. Na stanowiska 13–16 samoloty kołują samodzielnie i zajmują pozycje dziobem do przodu. Są to stanowiska przylotowe i stacjonują tam samoloty, które nie wymagają wypychania.

W przypadku stanowisk od 17 do 21 samoloty ustawiane są dziobem do tyłu (*nose out*). Na stanowiskach 22, 23, 23R statki powietrzne do postoju ustawiane są osią równoległą do budynku dworca.

Organizacja pracy płyty opiera się na zasadach systemu MARS – *Multi Apron Ramp System*. System ten polega na maksymalnym wykorzystaniu miejsca postojowego na płycie. Dzięki temu systemowi koordynatorzy ruchu naziemnego oraz obsługi terminalowej mogą w sposób elastyczny i bardziej wydajny zarządzać stanowiskami postojowymi na płycie oraz łączyć je z poszczególnymi wejściami (*gates*) wykorzystywanymi do rejsów w danym czasie<sup>12</sup>. Według tej procedury stanowiska postojowe znajdujące się w najbliższej odległości od budynku dworca zostały podzielone. Można w ten sposób wyróżnić: stanowisko numer 1 podzielone na prawe – 1R oraz lewe – 1L, stanowisko numer 3 prawe – 3R oraz lewe 3L, stanowisko numer 4 prawe – 4R oraz lewe – 4L oraz stanowisko numer 9 i 9R. Według tego systemu, jeżeli na stanowisku 1L znajduje się samolot kodu D to stanowiska 1R i 2 są wyłączone z użytkowania. Podobna sytuacja występuje, gdy samolot kodu E zajmuje stanowisko numer 3R. Wyłączone z użytkowania jest wtedy stanowisko 3L. Jeżeli na stanowisku 4R stoi samolot kodu C to zajęte jest również stanowisko 4L. Gdy stanowisko 4L zajęte jest przez samolot kodu E to na stanowisku 4R oraz 5 również nie może stać samolot. Takie same uwarunkowania odnoszą się do stanowiska 7. Jeżeli jest ono zajęte przez samolot kodu E to zajęte są stanowiska 6 i 8. Miejsca te mają specjalne oznakowania poziome w postaci kilku naprowadzających linii, które są ciągłe lub przerywane dla odpowiedniego typu samolotu. Samolot zajmujący konkretne stanowisko porusza się osią po wybranej linii naprowadzającej i, kierowany przez Koordynatora Ruchu Lotniczego potocznie zwanego marszałkiem (ang. *marshaller*), dokuje w miejscu zatrzymania.

Stanowiska od 1 do 8 znajdują się bezpośrednio przy budynku terminala pasażerskiego. Do samolotów znajdujących się na tych stanowiskach pasażerowie mogą przechodzić na dwa sposoby: korzystać z pasażerskiego pomostu załadunkowego lub procedurą *walk in/walk out* specjalnie wyznaczonymi trasami na płycie. Na stanowiska znajdujące się dalej od budynku dworca pasażerowie dowożeni są autobusami.

### Analizy wykorzystania płyty postojowej lotniska Kraków-Balice

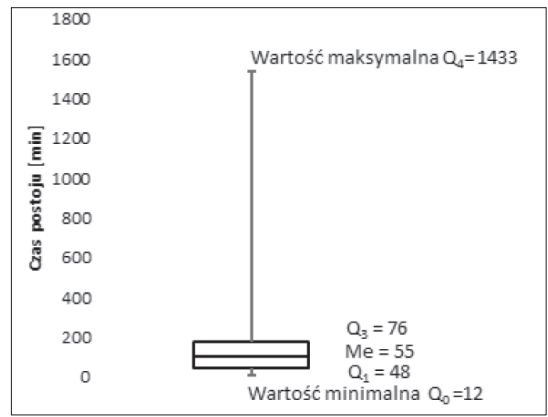
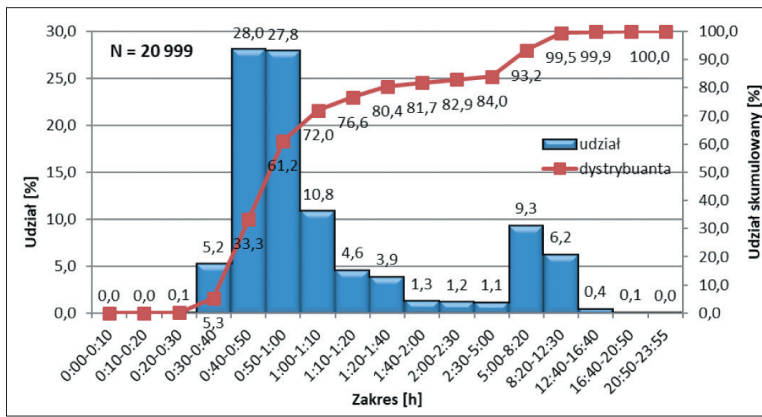
Dane na temat operacji lotniczych prowadzonych na płycie postojowej na lotnisku Kraków-Balice uzyskano za zgodą Spółki Międzynarodowy Port Lotniczy Kraków-Balice sp. z o. o. Udostępnione informacje o operacjach lotniczych dotyczą okresu od lipca 2016 do czerwca 2017 roku.

### Czasy postoju samolotów na płycie

Czasy postoju samolotów na płycie w badanym okresie były bardzo zróżnicowane. Strukturę czasu postoju przedstawiono na rysunku 5.

<sup>12</sup> [http://www.design-with-confidence.com/uploads/1/6/2/1/16219060/transoft\\_casestudy\\_mars\\_aereturnpro.pdf](http://www.design-with-confidence.com/uploads/1/6/2/1/16219060/transoft_casestudy_mars_aereturnpro.pdf) (dostęp: 29.12.2017)





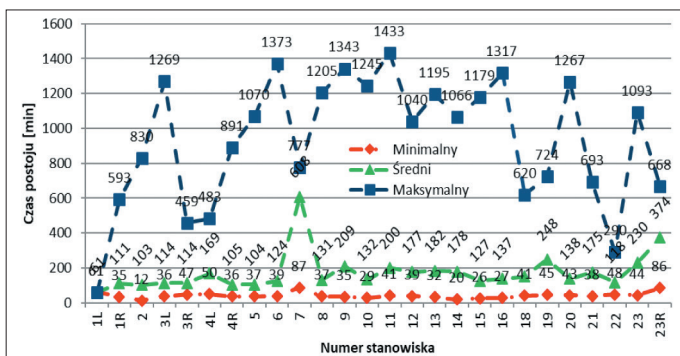
Rys. 5. Struktura procentowa oraz kwantyle wszystkich czasów postoju na płycie  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

Największą liczbę operacji (55,8%) zanotowano w przedziale między 40 a 60 minut. Znaczny udział miały też operacje trwające od 300 do 500 minut oraz 500 do 750 minut odpowiednio 4,6% i 3,9%. Jest to wynikiem występowania długich czasów postoju spowodowanych planowym bazowaniem nocnym samolotów rejsowych czy wynajętych samolotów charterowych oraz usuwaniem ewentualnych usterek technicznych.

Średni czas postoju wszystkich samolotów na płycie w analizowanym okresie wyniósł 130,8 minut. Na tak wysoką średnią miały wpływ długie postoje samolotów czarterowych, nocne bazowanie samolotów oraz postoje spowodowane usterekami technicznymi. Wartością występującą najczęściej (dominantą) jest czas 50 minut na płycie. Mediana, czyli wartość środkowa w badanej zbiorowości, wyniosła 55 minut. Czas postoju 1/2 samolotów wynosił od 48 ( $Q_1$ ) do 76 minut ( $Q_3$ ). Wartość maksymalna  $Q_4$  w całym licznym zakresie, wynosiła 1433 minuty, a wartość minimalna  $Q_0$  była równa 12 minut (rys. 5).

Rozstęp (różnica między wartością maksymalną a minimalną), czyli obszar zmienności wśród charakteryzowanej zbiorowości wyniósł aż 1421 minut, odchylenie standardowe 172,9 minuty, a współczynnik zmienności 132%. Wartości te potwierdzają znaczną dyspersję analizowanych czasów postoju.

Średnie, minimalne i maksymalne czasy postoju samolotów na poszczególnych stanowiskach przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Minimalne, maksymalne i średnie czasy postoju na poszczególnych stanowiskach  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

W okresie analizy maksymalne czasy postoju wynosiły nawet ponad 12 godzin (0,6%). Tak długie postoje zanotowano zarówno przy rejsach czarterowych, jak i regularnych. Najdłuższy postój samolotu, który wyniósł 1433 minuty – 23 godziny 53 minuty, zanotowano na stanowisku 11. Podczas przeprowadzania analizy spodziewano się najdłuższych postojów na stanowiskach położonych najdalej od budynku terminalu. Stanowiska te cechują się niskim wykorzystaniem, ich udział w strukturze zajętości stanowisk nie przekracza 1%. Planowany dłuższy postój samolotu powinien się odbywać na tego typu stanowiskach. Najbardziej wykorzystywane stanowiska, pod budynkiem terminalu, powinny cechować się krótkimi czasami postoju statków powietrznych, by móc obsłużyć jak największą liczbę rotacji. Jednak postój powyżej 16 godzin zaobserwowano na ponad połowie stanowisk na płycie. Z wykresu można odczytać, że niezależnie czy stanowisko znajdowało się tuż pod terminalem, czy w dalszej odległości, najdłuższe czasy postoju na większości z nich przekraczały 8 godzin.

Najkrótszy postój samolotu wyniósł 12 minut. Zanotowano go na stanowisku numer 2. Nie jest możliwa rotacja w tak krótkim czasie, prawdopodobnie wynik ten uzyskano przy wykonywaniu operacji dotankowania statku powietrznego. Równie krótkie czasy postojów miały miejsce na stanowiskach – od 13 do 16. Są to stanowiska przylotowe, na których stacjonują niewielkie samoloty z możliwością transportowania maksymalnie 80 pasażerów. Dzięki temu skraca się czas obsługi naziemnej samolotu oraz przyjmowania pasażerów na pokład. Samoloty te wykorzystywane są w rejsach niewielkiego zasięgu. Cechą charakterystyczną jest to, że samoloty te samodzielnie manewrują z oraz na stanowisko postojowe i nie potrzebują pomocy holownika. Brak potrzeby angażowania holownika przy wypychaniu samolotu znacznie skraca jego czas postoju na stanowisku. Najbardziej wykorzystywane stanowiska – pod budynkiem terminalu – cechują się minimalnymi czasami postoju na poziomie 40–50 minut. Jest to czas, w jakim odbywa się obsługa naziemna samolotów większości rejsów – zarówno przewoźników tradycyjnych, jak i niskokosztowych.

Średnie czasy postoju samolotów na stanowiskach wahają się w granicach 60 do 600 minut. Na stanowiskach najczęściej wykorzystywanych, pod terminalem: 1R, 2, 3L,

4R, 5 oraz 6, średni czas postoju wynosi 110 minut. Czas ten na stanowiskach przylotowych, które również charakteryzują się dużym wykorzystaniem, 13, 14, 15 i 16, wynosi 152 minuty. Na stanowisku numer 7 w badanym okresie wykonano 12 rotacji. Wszystkie były wykonywane przez samoloty czarterowe. Spośród nich jeden czas rotacji wyniósł 1 godzinę i 27 minut (87 minut). Pozostałe czasy przekraczają 10, 11, a nawet 12 godzin postoju. Fakt ten znacząco wpływa na średni czas zajętości tego stanowiska. Stanowiska od 19 do 23R były często wykorzystywane do postoju bazujących samolotów, tzn. przylatujących późnym wieczorem i odlatujących w godzinach porannych. Ponadto stanowiska te wykorzystywane były również do postoju samolotów linii czarterowych, których postój w niektórych przypadkach przekraczał 11 godzin. Jest to kolejny przykład, w którym rejsy czarterowe wpływają na wydłużenie średniego czasu postoju na płycie lotniska. Średni czas postoju na tych stanowiskach wynosił 175 minut.

**Porównanie czasów postoju przewoźników tradycyjnych i niskokosztowych**

Udział operacji w grupach przewoźników tradycyjnych i niskokosztowych w badanym okresie nie był jednakowy. Wśród obsługiwanych 43,7% stanowiły postoje samolotów przewoźników tradycyjnych, a 52,8% przewoźników niskokosztowych (tab. 1).

Tabela 1

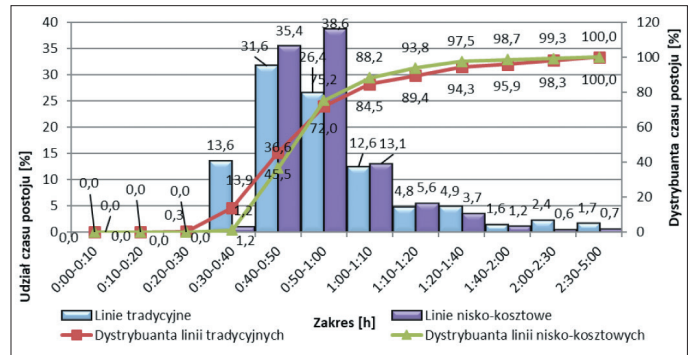
Udział operacji i czasy postojów przewoźników tradycyjnych i niskokosztowych					
Rodzaj przewoźnika	Udział operacji przewoźnika [%]	Udział czasów postoju <300 [%]	Udział czasów postoju <300 w operacjach przewoźnika [%]	Udział czasów postoju <500 [%]	Udział czasów postoju <500 w operacjach przewoźnika [%]
tradycyjny	43,7	34,1	78,0	39,6	90,6
niskokosztowy	52,8	48,2	91,3	50,5	95,7
inne	3,5	1,7	48,3	3,1	87,5
razem	100,0	86,0	86,0	93,2	93,2

Źródło: opracowanie własne

Czasy postoju samolotów na płycie lotniska są często bardzo zróżnicowane (co przedstawiono powyżej), ale ogólny udział czasów przekraczających 300 minut jest niewielki (14,0%), a przekraczających 500 minut stanowi zaledwie 6,8%. Szczególnie wyraźnie widać dbałość o krótkie czasy postoju na lotnisku przewoźników niskokosztowych. Ponad 91,3% postojów tego przewoźnika trwa krócej niż 300 minut, podczas gdy przewoźników tradycyjnych tylko 78,0%.

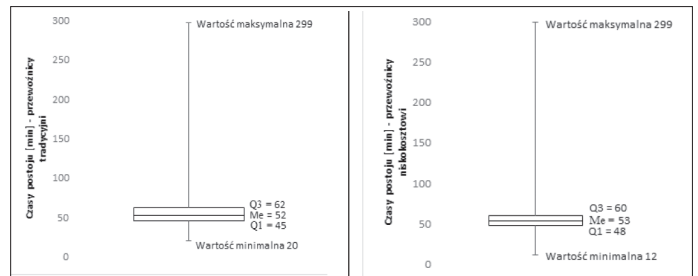
Strukturę czasu postoju samolotów na płycie lotniska, dla czasów postoju krótszych od 300 minut, z podziałem na przewoźników niskokosztowych i tradycyjnych, przedstawiono na rysunku 7.

Na wykresie widać różnicę pomiędzy strukturą czasów postoju wśród przewoźników tradycyjnych i niskokosztowych. Największy udział czasów postoju samolotów zarówno linii tradycyjnych, jak i niskokosztowych mieści się w przedziale do 60 minut i udział tych czasów wynosi odpowiednio 72,0% i 75,2%.



Rys. 7. Struktura procentowa czasów postoju linii tradycyjnych i niskokosztowych  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

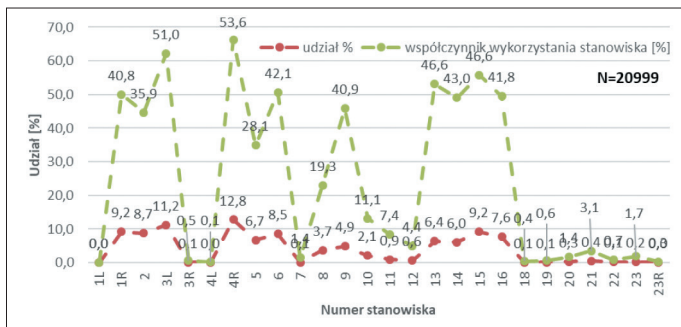
Średnie czasy postoju samolotów wynoszą dla przewoźników tradycyjnych i niskokosztowych odpowiednio 58,3 i 57,5 minuty. Połowa czasów postoju mieści się w przedziale odpowiednio (45 ; 62) oraz (48 ; 60) minut (rys. 8). Jedynie 25% czasów postojów przekracza odpowiednio 62 i 60 minut.



Rys. 8. Wykresy pudełkowe czasów postoju linii tradycyjnych oraz niskokosztowych  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

**Zajętość i wykorzystanie poszczególnych stanowisk na płycie postojowej w badanym okresie**

Udział liczby samolotów obsługiwanych na poszczególnych stanowiskach wynosił maksymalnie 12,8% (stanowisko 4R). Największe wykorzystanie wynika z położenia tego stanowiska w centralnej części płyty oraz bezpośrednio przed budynkiem terminalu. Stanowisko wykorzystywane jest pod operacje wykorzystujące rękaw (pasażerski pomost załadowniczy) z wyjścia (gate) 16 oraz procedurę WIWO (walk in/walk out) z wyjść 13 i 15. Innym mocno wykorzystywanym stanowiskiem jest miejsce postojowe numer 3L (11,2%). Stanowisko to również znajduje się w centralnej części płyty, obsługuje rejsy korzystające z rękawa z wyjścia numer 11, a także procedurę WIWO z wyjścia 10. W dalszej kolejności najczęściej korzystano ze stanowisk znajdujących się także bezpośrednio przed budynkiem terminala. Z wykresu (rys. 9) można odczytać, że na stanowiskach 1R, 2, 5, 6 zarejestrowano ponad tysiąc operacji. Stanowiska te mogą przyjmować pasażerów z wyjść 4, 6, 9 i 18. Ponad tysiąc rotacji zanotowano na stanowiskach przylotowych 13–16. Najślabiej wykorzystywanymi stanowiskami były miejsca postojowe w najdalszej odległości od budynku dworca, czyli stanowiska 18–23. Obsłużyły one niecałe 100 operacji w badanym okresie. Na niektórych stanowiskach w badanym okresie obsłużono mniej niż 10 samolotów (stanowiska: 1L, 4L, 23R).

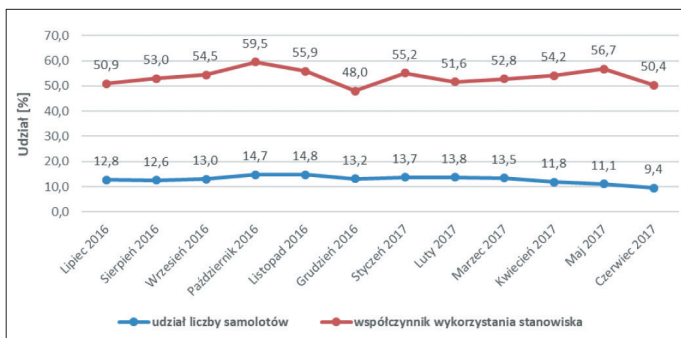


Rys. 9. Udział liczby obsługiwanych samolotów i wykorzystanie stanowisk postojowych w danym okresie  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

Średnie wykorzystanie wszystkich stanowisk płyty postojowej w badanym okresie wynosiło 20,1%. Wykorzystanie poszczególnych stanowisk było bardzo zróżnicowane. Współczynnik wykorzystania dla stanowisk przed terminalem 4R, 3L i 6 wynosił odpowiednio: 53,6%, 51,0% i 42,1%. Podobnie intensywnie były wykorzystywane stanowiska przylotowe 13–16, dla których współczynnik wykorzystania wynosił od 46,6% do 41,8%.

Zmienność udziału samolotów obsługiwanych na stanowisku 4R i wykorzystanie tego stanowiska w kolejnych miesiącach roku przedstawiono na rysunku 10. Udział operacji na tym stanowisku w stosunku do wszystkich operacji w danym miesiącu jest najwyższy w miesiącach październik i listopad, odpowiednio 14,7% i 14,8% i wynika z wprowadzenia zimowej siatki połączeń. W kolejnych miesiącach udział operacji nieznacznie spadał.

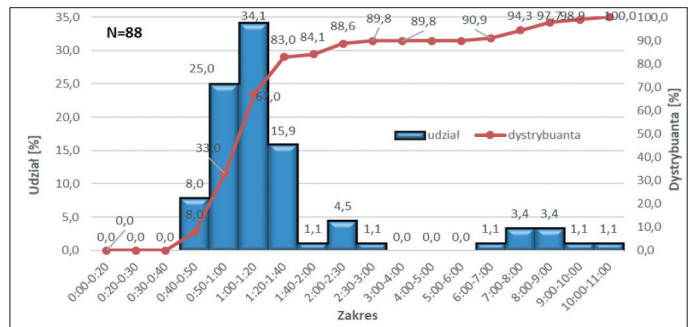
Wykorzystanie stanowiska we wszystkich miesiącach, za wyjątkiem grudnia, przekraczało 50%. Najwyższe wartości współczynnika wykorzystania wystąpiły w październiku i maju, odpowiednio 59,5% i 56,7%.



Rys. 10. Udział liczby samolotów i wykorzystanie stanowisk postojowych na stanowisku 4R  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

### Wykorzystanie płyty postojowej w dniu o największej liczbie przeprowadzonych operacji

Spośród 365 analizowanych dni największą liczbę samolotów na płycie postojowej krakowskiego lotniska przyjęto 1 sierpnia 2016 roku. Liczba wszystkich operacji na stanowiskach płyty postojowej tego dnia wyniosła 88. 40% wszystkich samolotów na płycie w tym dniu stanowiły samoloty czarterowe. Było to spowodowane wydarzeniami związanymi ze Światowymi Dniami Młodzieży odbywającymi się w tym czasie w Krakowie. Przełom lipca i sierpnia 2016 roku był

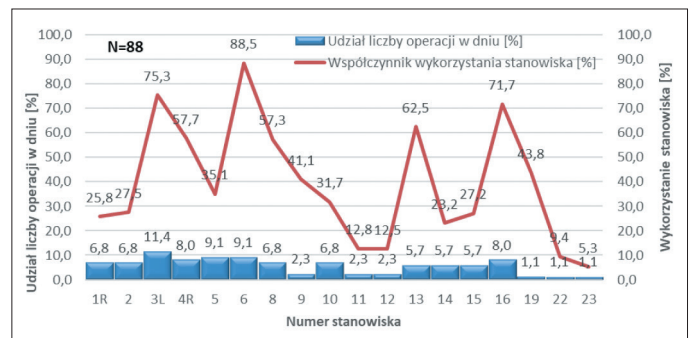


Rys. 11. Struktura czasów postoju samolotów w dniu 1.08.2016 r.  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

dla krakowskiego lotniska rekordowy pod względem liczby operacji i obsługiwanych pasażerów. Strukturę czasów postoju samolotów przedstawiono na rysunku 11.

Największa liczba postojów została wykonanych w czasie od 60 do 70 minut (34%), a 25% w przedziale od 50 do 60 minut. W analizowanym dniu nie zanotowano operacji trwającej mniej niż 40 minut. Wystąpiły również czasy postoju w przedziale od 6 do 11 godzin, a ich łączny udział wyniósł 10,2%.

W dniu 1 sierpnia wykorzystywano 18 stanowisk. Średni współczynnik wykorzystania płyty postojowej wynosił 39,4% [3]. Największy współczynnik wykorzystania wyznaczono dla stanowiska numer 6 (88,47%). W następnej kolejności najbardziej wykorzystywanymi stanowiskami były również znajdujące się obok terminala stanowiska: 3L (75,35%) i 4R (57,7%) oraz stanowiska przylotowe o numerze 16 (71,7%), 13 (62,5%) oraz stanowiska przed budynkiem terminala: 1R, 2, 5 charakteryzują się wykorzystaniem na poziomie odpowiednio 25,8%, 27,5% oraz 35,1%.



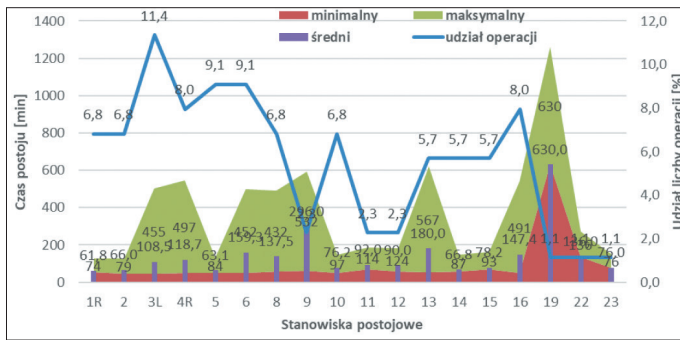
Rys. 12. Udział liczby operacji i wykorzystanie poszczególnych stanowisk 1.08.2016 r.  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

Miejscem postojowym, na którym przyjęto największą liczbę samolotów, było stanowisko o numerze 3L. W ciągu całego dnia stacjonowało tam 10 jednostek. Wynika to z położenia stanowiska przy budynku terminala. Innymi najczęściej wykorzystywanymi były stanowiska numer 5 i 6, udziały po 9,1%. Na stanowisku numer 16 wykonano 7 rotacji. Na każdym ze stanowisk: 19, 22 oraz 23 w ciągu całego dnia stacjonował jeden samolot. Dwa z nich (na stanowiskach 22 oraz 23) były samolotami czarterowymi. Wszystkie samoloty, które przyleciały tego dnia na kra-



kowskie lotnisko należały do grupy kodu C, z tego względu używano stanowisk postojowych kodu C. Jednym wyjątkiem było stanowisko numer 23, które jest przeznaczone dla samolotów kodu D.

Średni czas postoju w ciągu całego dnia na poszczególnych stanowiskach jest stosunkowo zróżnicowany. Na stanowiskach przed budynkiem terminalu również przekracza wartość 100 minut. Na żadnym z wykorzystywanych stanowisk średni czas postoju nie sięga poniżej 60 minut (rys. 13).



Rys. 13. Minimalny, maksymalny i średni czas postoju oraz udział operacji na poszczególnych stanowiskach w dniu 1.08.2016 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

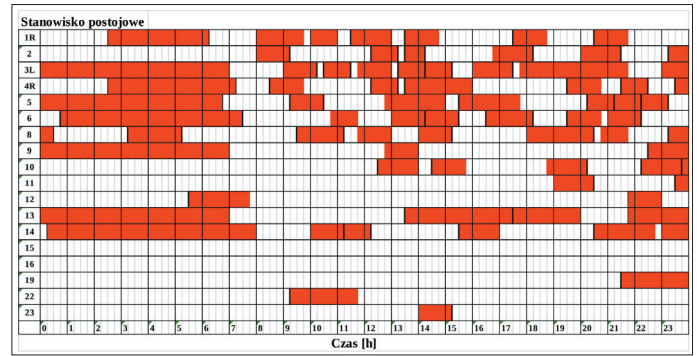
Maksymalny czas postoju (630 minut tj. ponad 9 godzin) zanotowano na stanowisku 19, na którym był obsługiwany samolot linii tradycyjnych i prawdopodobnie miał usterkę techniczną. Równie długi czas postoju zaobserwowano na stanowisku numer 13. Czas postoju wyniósł tam 567 minut. Na stanowiskach od 1 do 8, w bliskiej odległości od terminala najdłuższe czasy postojów sięgały 500 minut.

Minimalny czas postoju w analizowanym dniu na stanowiskach blisko terminalu trwał około 50 minut. Na stanowiskach przylotowych od 13–16 minimalny czas postoju sięgał około 60 minut. Na stanowisku numer 19, 22 oraz 23 ze względu na jedną wykonaną operację maksymalny, minimalny oraz średni czas postoju mają taką samą wartość.

Wskaźnik rotacji, czyli średnia liczba parkujących samolotów na znajdujących się na płycie stanowiskach [3], w okresie całego analizowanego dnia, wyniósł 4,9 samolotu na jedno stanowisko.

Akumulację, czyli liczbę równocześnie parkujących samolotów w poszczególnych okresach doby 1 sierpnia 2016 roku, przeprowadzono dla okresów 15-minutowych (rys. 15). Na wykresie zajętości poszczególnych stanowisk (rys. 14) kolorem czerwonym oznaczono czas postoju samolotów stacjonujących na danym stanowisku w ciągu całej doby. Wyraźnie widać, kiedy kończy się czas bazowania nocnego (około godziny 7:00) i następuje odlot samolotów, które czekały na stanowiskach do godzin porannych. O godzinie 8:00 zaczynają się pierwsze przyloty samolotów i po krótkim czasie postoju ich odloty. Trwa to aż do godziny 23:00, kiedy przylatują statki powietrzne według planowych rejsów wieczornych i stoją na stanowiskach do dnia następnego. Najwięcej samolotów (10) równocześnie stacjonowało na płycie postojowej w ostat-

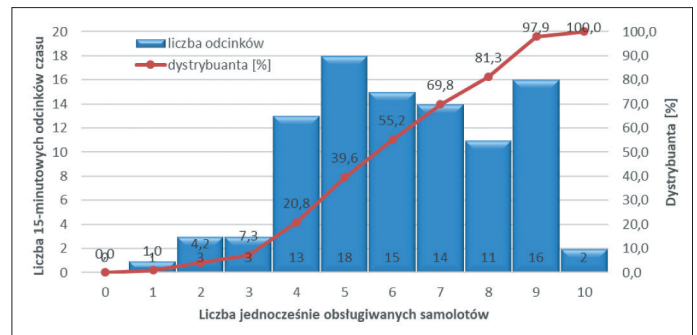
nim kwadransie tzn. od 23:30 do 24:00. Ta liczba samolotów na płycie w tym czasie była spowodowana przylotem samolotów w późnych godzinach wieczornych i bazowaniem nocnym do dnia następnego. 9 samolotów jednocześnie stacjonowało na płycie w nocy z 31 lipca/1 sierpnia 2016 roku, było to również spowodowane bazowaniem nocnym. W ciągu analizowanego dnia dużą liczbę (9) samolotów zanotowano również w godzinach o 13:30 do 14:15.



Rys. 14. Zajętość poszczególnych stanowisk w dniu 1.08.2016 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

W ciągu doby 1 sierpnia 2016 roku na płycie lotniska znajdowało się najczęściej od 4 do 9 samolotów (rys. 15) – łącznie te sytuacje stanowiły 90,6% wszystkich odcinków 15-minutowych, czyli czasu doby. Najczęściej zajętych było 5 stanowisk postojowych – stanowi to 18,8% doby lub 9 stanowisk postojowych – stanowi to 16,7% doby.



Rys. 15. Akumulacja samolotów w 15-minutowych odcinkach czasu w dniu 1.08.2016 r.

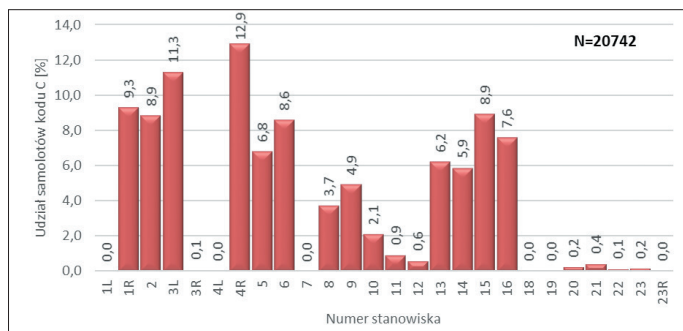
Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

### Statki powietrzne na płycie postojowej lotniska MPL Kraków-Balice

W badanym okresie na płycie postojowej można było zobaczyć 43 różne modele samolotów pasażerskich. Były to samoloty według klasyfikacji ICAO kodu B, kodu C, D oraz E, wśród nich samoloty wąskokadłubowe takie jak: Airbus A320, Airbus A321, Boeing 737 w różnych wersjach, McDonnell Douglas MD-80, Fokker, Embraer w różnych wersjach i samoloty szerokokadłubowe jak: Boeing 767 i Boeing 787.

Wśród wszystkich samolotów 98,8% stanowiły statki powietrzne kod C, czyli o rozpiętości skrzydeł od 24 do 36 m, wykorzystywane najczęściej na trasach średniego zasięgu. Największą liczbę samolotów tego kodu przyjęto na stanowi-





Rys. 16. Struktura obsługi samolotów kodu C na poszczególnych stanowiskach

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

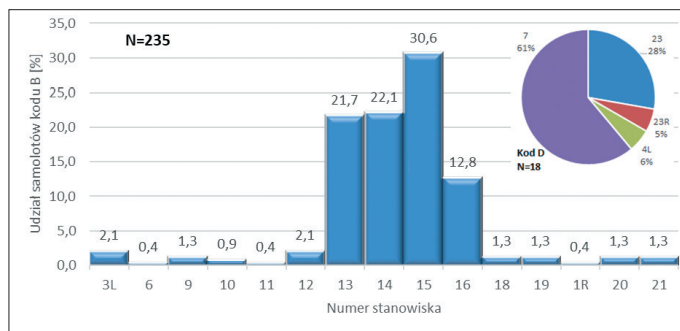
sku 4R i 3L (rys. 16), po ponad 10% wszystkich samolotów kodu C. Dużą zajętością charakteryzowały się również stanowiska 1R, 2, 6, 15, 16, 5, 9 oraz 14. Można zauważyć, że stanowiska postojowe były przydzielane zgodnie z ich przystosowaniem. Zarejestrowano kilka przypadków, w których samoloty kodu C stały na stanowiskach (np. 1L, 3R, 4L oraz 23), które mogłyby być wykorzystane pod większe samoloty. Taka sytuacja mogła wynikać z sytuacji operacyjnej na płycie lotniska w danym czasie.

Udział innych typów samolotów w operacjach na lotnisku Kraków-Balice nie przekracza 3%. Struktura obsługi samolotów typu B i C została przedstawiona na rysunku 17, odpowiednio na wykresie kolumnowym i kołowym. Samoloty kodu B najczęściej były przyjmowane na stanowiska przylotowe (13–16), natomiast samoloty kodu E na stanowisku 7, które ma kod E, pozwalający na obsługę największych samolotów, jak Boeing 787–800 zwany Dreamlinerem.

## Podsumowanie

Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków-Balice to drugie lotnisko w kraju pod względem liczby rocznie obsługiwanych pasażerów. Lotnisko to z roku na rok coraz bardziej i dynamiczniej się rozwija. Tendencja wzrostowa utrzymuje się od kilku lat. Położenie lotniska blisko Krakowa przyciąga wielu turystów, inwestorów i biznesmenów. Duży ruch pasażerski i chęć podróżowania do i z Krakowa przyczynia się do coraz większej rozbudowy siatki połączeń do wielu krajów Europy, ale także miast Azji, Afryki i Ameryki Północnej. Wraz ze wzrostem liczby obsługiwanych pasażerów rośnie liczba operacji lotniczych obsługiwanych na krakowskiej płycie lotniskowej, co znajduje odzwierciedlenie w wykorzystaniu przepustowości lotniska.

Z przeprowadzonej analizy można wnioskować, że wykorzystanie powierzchni płyty postojowej, jak i stanowisk postojowych na płycie, coraz częściej będzie zbliżało się do wielkości z dnia, w którym obsłużono największą liczbę samolotów (1 sierpnia 2016 roku). W związku z tym, w najbliższym czasie może zaistnieć potrzeba rozbudowy płyty o nowe stanowiska postojowe, by zwiększyć przepustowość lotniska. Płyta postojowa spełnia stawiane jej wymagania, lecz w niedługim czasie może okazać się za mała. Warto również zastanowić się nad powiększeniem stanowisk postojowych, by móc przyjmować na lotnisku większe samoloty, z których korzysta się na rejsach długodystansowych,



Rys. 17. Struktura obsługi samolotów kodu B i C na poszczególnych stanowiskach

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

transatlantyckich. Już od lipca 2016 roku w siatce połączeń znajduje się połączenie transatlantyczne do Chicago, obsługiwane samolotami kodu E. Być może w przyszłości, przy tak dynamicznym rozwoju lotniska, pojawią się nowe połączenia tego typu.

Analiza czasów postoju samolotów na płycie pokazała silną dyspersję wyników. Średni czas postoju dla wszystkich samolotów wyniósł 130,8 minut. Wynika to z tego, że stosunkowo często na stanowiskach postojowych stacjonują samoloty o długim czasie postoju, które zawyżają wartość średniej oraz mają wpływ na mniejsze wykorzystanie płyty. Średni czas postoju samolotów stacjonujących z pominięciem sytuacji, w których samoloty stoją z powodu bazowania, usterek technicznych, długich postojów samolotów czarterowych wyniósł 58,5 minuty. Ponadto z analizy porównawczej czasów postoju przewoźników tradycyjnych i niskokosztowych można wyciągnąć wniosek, że w rzeczywistości nie ma dużej różnicy pomiędzy czasami ich obsługi. Czas postoju samolotów linii tradycyjnych, jak i niskokosztowych średnio równy jest 60 minut, a zdarzają się czasy postojów trwające dłużej. Stanowiskiem, na którym stacjonowało najczęściej samolotów w ciągu badanego jednego roku, było stanowisko numer 4R. Udział liczby operacji wykonanych na tym stanowisku wynosił 12,8%.

Najbardziej wykorzystywanym stanowiskiem w dniu, w którym liczba przyjętych samolotów na lotnisku była największa, było stanowisko o numerze 6. Współczynnik jego wykorzystania wyniósł 88,5%. Wykorzystanie całej powierzchni płyty w analizowanym dniu sięgało 39,4%. Wyliczony wskaźnik rotacji wyniósł 4,9 samolotu na stanowisko. W analizowanym dniu jednocześnie na płycie stacjonowało nawet 10 samolotów, a przez ponad 90% czasu trwania doby obsługiwanych było 4–9 samolotów.

## Literatura

1. Nita P., *Projektowanie lotnisk i portów lotniczych*, WKiŁ, Warszawa 2014.
2. *Transport – wyniki działalności w 2004, 2018*, Główny Urząd Statystyczny, Szczecin 2004, 2018.
3. Tracz M., Datka S., Suchorzewski W., *Inżynieria ruchu*, WKiŁ, Warszawa 1989.
4. Pindel I., *Analiza wykorzystania płyty postojowej w Porcie Lotniczym im. Jana Pawła II w Krakowie*, Praca dyplomowa inżynierska pod kierunkiem Z. Bryniarskiej, Politechnika Krakowska, Katedra Systemów Transportowych, 2018.