

ALEKSANDRA CIASTOŃ-CIULKIN

dr inż., Politechnika Krakowska,
Wydział Inżynierii Lądowej,
Katedra Systemów Transporto-
wych, e-mail: aciaston-ciulkin@
pk.edu.pl

ANETA SZCZYGIEL

mgr inż., Jacobs Engineering Group
Inc., e-mail: aneta.szczygiel10@
gmail.com

Analiza wykorzystania przepustowości terminalu pasażerskiego w Międzynarodowym Porcie Lotniczym w Krakowie z uwzględnieniem standardów jakości obsługi¹

Streszczenie: Wzrost ruchu lotniczego w ostatnich latach prowadzi do problemów w zakresie zdolności obsługi transportu lotniczego. Pojawiają się problemy z dużym natężeniem ruchu powietrznego i statków powietrznych, ale przede wszystkim z nadmiernym obciążeniem ruchem pasażerskim w wielu portach lotniczych. Niewystarczająca przepustowość portów lotniczych może w zasadniczym stopniu ograniczyć ich rozwój. Artykuł przedstawia analizę przepustowości terminalu pasażerskiego w Międzynarodowym Porcie Lotniczym im. Jana Pawła II w Krakowie z uwzględnieniem standardów jakości obsługi pasażerskiej w poszczególnych jego strefach zalecanych przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Przewoźników Powietrznych (IATA). Port lotniczy w Krakowie został wybrany ze względu na bardzo gwałtowny wzrost liczby odprawianych pasażerów i znacząco rozbudowany terminal pasażerski w ostatnim czasie. Analiza pozwala na wskazanie wąskich gardeł terminalu pasażerskiego i może ułatwić poszukiwanie rozwiązań poprawiających przepustowość terminala do czasu jego rozbudowy.

Słowa kluczowe: terminal pasażerski, transport lotniczy, komfort podróży, przepustowość terminalu pasażerskiego.

Wprowadzenie

Wzrost ruchu lotniczego w ostatnich latach prowadzi do powstawania problemów w zakresie zdolności obsługi transportu lotniczego. Pojawiają się problemy z dużym natężeniem ruchu powietrznego i statków powietrznych, ale przede wszystkim z nadmiernym obciążeniem ruchem pasażerskim w wielu portach lotniczych. Port lotniczy jest obiektem o bardzo dynamicznej strukturze organizacyjnej, gdzie ruch pasażerów ma wpływ na ruch statków powietrznych. Aby zachować płynność ruchu pasażerskiego, a w konsekwencji punktualność statków powietrznych, istotne jest zapewnienie odpowiedniej przepustowości portów lotniczych [1].

Niewystarczająca przepustowość portów lotniczych ogranicza bowiem ich rozwój. Ograniczenia dotyczą nie tylko dojazdu pasażera na lotnisko i problemu z parkowaniem, ale przede wszystkim dużej kongestii w punktach odprawy, kontroli bezpieczeństwa, poczekalniach. Pasażerowie zwracają szczególną uwagę na tego typu ograniczenia, ponieważ dotyczą ich bezpośrednio i wpływają na jakość podróży. Kongestia w poszczególnych strefach odprawy pasażerskiej może prowadzić bowiem do zmęczenia, zniecierpliwienia czy zdenerwowania pasażera, do wydłużania się czasu trwania podróży, opóźnień w startach statków powietrznych, czego konsekwencją mogą

być dalsze opóźnienia przylotów, czy też w sytuacjach bardzo dużej kongestii, do braku możliwości wejścia na pokład samolotu w wyznaczonym czasie i możliwości wykonania podróży lotniczej. Funkcjonowanie lotniska, organizacja i poziom jakości obsługi, popyt na przewozy czy dochody portu zależą w dużej mierze od zadowolenia pasażerów, dlatego tak istotne jest monitorowanie wykorzystania przepustowości terminali pasażerskich, aby z dużym wyprzedzeniem zapobiegać przekroczeniu ich wykorzystania [2].

Jednym z portów lotniczych, którego ograniczona przepustowość terminala pasażerskiego w niedalekiej przyszłości stanowić może dużą przeszkodę w dalszym rozwoju, jest Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II w Krakowie-Balicach. Jest drugim największym portem lotniczym w kraju. Port obsługuje południowo-wschodni region Polski i od blisko dwóch dekad charakteryzuje się stałym wysokim wzrostem liczby odprawianych pasażerów. W niespełna jedną dekadę (od 2010 roku) liczba pasażerów obsługiwanych w porcie wzrosła blisko 2,5-krotnie. Wzrost liczby zainteresowanych podróżami lotniczymi związany jest z dużą liczbą oferowanych połączeń z lotniska w Balicach. W 2018 podróżujący mogli skorzystać z 112 połączeń realizowanych do 91 lotnisk zlokalizowanych w 28 krajach.

Terminal pasażerski w porcie lotniczym

Terminal pasażerski to budynek bądź zespół budynków stanowiących wydzieloną część portu lotniczego. Przeznaczony jest do obsługi zarówno pasażerów, jak i bagaży do nich należących, do świadczenia usług na rzecz osób przybywających i opuszczających port lotniczy. Terminale można podzielić ze względu na zasięg podróży na:

- terminale krajowe,
- terminale międzynarodowe.

Terminale międzynarodowe są zazwyczaj znacznie bardziej rozbudowane niż krajowe, gdyż zajmują dodatkową przestrzeń służącą do odpraw bagażowo-celnych i paszportowych. Liczba terminali danego portu lotniczego zależy od skali obsługi ruchu międzynarodowego. Podział terminala nie zawsze jest konieczny, zdarza się również, że loty krajowe i międzynarodowe odbywają się z tego samego terminala [3].

Terminal pasażerski podzielony jest na kilka stref, takich jak:

- strefa odprawy biletowo-bagażowej (*check-in*),
- strefa kontroli bezpieczeństwa,

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2019. Wkład autorów w publikację A. Ciastoń-Ciulkin 50%, A. Szczygiel 50%

- strefa kontroli paszportowej,
- strefa poczekalni odlotowej (gate)
- strefa przylotów i odbioru bagażu.

Odprawa *check-in* polega na wykonaniu przez przewoźnika lotniczego, bądź upoważnionego agenta, wszystkich czynności mających na celu przyjęcie pasażera i jego bagażu na pokład. Standardowa odprawa odbywa się zazwyczaj dwie godziny przed odlotem.

Punkt kontroli bezpieczeństwa to miejsce, w którym sprawdzane są bagaże podręczne (kabinowe) oraz pasażerowie w celu wyeliminowania przedostania się na pokład samolotu materiałów niedozwolonych. Punkt kontroli bezpieczeństwa jest strefą terminala, w której najczęściej dochodzi do przekroczenia przepustowości ze względu na czasochłonność wykonywanych czynności i koncentrację w jednym miejscu wszystkich odlatujących pasażerów. Strefa ta stanowi granicę między ogólnodostępną częścią terminala a częścią lotniczą.

Stanowisko odprawy paszportowej to wyznaczone miejsce, w którym pracownicy straży granicznej prowadzą kontrolę dokumentów tożsamości uprawniających do legalnego przekroczenia granic państwowych. W Unii Europejskiej taka kontrola wykonywana jest względem pasażerów podróżujących poza strefę Schengen. Niedostosowanie liczby stanowisk na międzynarodowych lotniskach może spowodować problemy z przepływem pasażerów i przepustowością w obrębie tej strefy.

Poczekalnia odlotowa jest miejscem zgrupowania pasażerów przed rozpoczęciem wejścia na pokład samolotu. Bramka *gate* otwierana jest około 40 minut przed odlotem. Ze względu na to, że w tej strefie przebywają pasażerowie wyłącznie z bagażem kabinowym i jednocześnie nie mają do niej wstępu osoby odprowadzające podróżnych, to powierzchnia projektowa tej strefy jest znacznie mniejsza niż powierzchnia strefy odprawy biletowo-bagażowej.

Strefa przylotów służy do odbioru bagażu rejestrowanego, ale może również być wyposażona w stanowiska kontroli paszportowej dla pasażerów przylatujących spoza strefy Schengen. W tej strefie znajdują się taśmociągi do odbioru bagażu. Należy odpowiednio wybrać kształt taśmociągu tak, aby zajmował jak najmniej powierzchni, a był w stanie obsłużyć jak najwięcej bagażu.

Przepustowość terminala pasażerskiego

Podstawowymi parametrami opisującymi lotniczy terminal pasażerski są jego przepustowość oraz poziom obsługi (LoS, Level of Service). Na etapie planowania czy modernizowania portów lotniczych kluczowe jest określenie zdolności terminala do bezpiecznej i sprawnej obsługi pasażerów, ich bagażów oraz poczty [4]. Przepustowość terminala pasażerskiego oznacza zdolność do odprawienia maksymalnej liczby osób oraz bagażu, które są w stanie przemieścić się przez terminal w określonym czasie i o określonym standardzie obsługi. W przypadku, gdy liczba odprawianych pasażerów przekracza możliwości przepustowe terminala, dochodzi do kongestii.

Do monitorowania stopnia wykorzystania przepustowości terminala pasażerskiego wykorzystuje się wskaźnik przepustowości wyrażający procentowo stosunek rzeczywistej liczby pasażerów korzystających z portu w danym czasie do założonej dopuszczalnej liczby pasażerów, jaka może być w tym czasie obsłużona [5].

W ostatnich latach zwiększa się liczba oferowanych rejsów, a ich ceny są bardziej przystępne. Liczba pasażerów lotniczych wzrasta bardzo dynamicznie, co powoduje, że w portach lotniczych coraz częściej dochodzi do sytuacji przewyższania przepustowości infrastruktury przez nadmierny popyt. Wiele samolotów równocześnie czeka na wymianę pasażerów, terminale są przepełnione, co przekłada się na koszty użytkowników, takie jak wydłużony czas obsługi naziemnej, opóźnienia startów samolotów, a tym samym wydłużony czas podróży poza zaplanowany.

Międzynarodowe Stowarzyszenie Transportu Lotniczego (IATA) zaleca wielkości powierzchni poszczególnych stref terminala przypadającej na jednego pasażera [6]. Największy metraż przewidziany jest dla pasażera podczas odbioru bagażu, a także w obszarze jego nadania. W tych dwóch strefach pasażerowie potrzebują znacznie więcej miejsca niż w dalszych etapach podróży (ok. 1,5 m²/pas.). Równie duży, choć zróżnicowany liczbą miejsc siedzących, jest metraż poczekalni odlotowej. W przypadku projektowania miejsc siedzących zakłada się średnio 2 m² przypadające na jednego pasażera oraz od 1,2 do 1,5 m² dla pasażera oczekującego na odlot w pozycji stojącej. Zalecane proporcje w strefach *gate* wynoszą 50–70% miejsc siedzących. W punkcie kontroli bezpieczeństwa oraz kontroli paszportowej przewidziany metraż jest znacznie mniejszy, ponieważ w tych miejscach podróżujący posiadają wyłącznie bagaż podręczny (1,0–1,2 m²/pas.). Nieznacznie większy metraż przysługuje w poczekalni odlotowej, ponieważ jest to miejsce, w którym przewidziano miejsca siedzące dla oczekujących pasażerów.

Tabela 1

Powierzchnia przypadająca na jednego pasażera w zależności od strefy		
Strefa	Powierzchnia [m ² /pasażera]	
	od	do
Check-in	1,3	1,8
Kontrola bezpieczeństwa	1,0	1,2
Kontrola paszportowa	1,0	1,2
Poczekalnia odlotowa (miejsca stojące)	1,2	1,5
Poczekalnia odlotowa (miejsca siedzące, ok. 50–70% powierzchni)	1,8	2,2
Odbiór bagażu	1,5	1,7
Łącznie (przy założeniu 50% miejsc siedzących w poczekalni)	6,3	8,55

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://www.iata.org/services/consulting/airport-pax-security/Pages/level-of-service.aspx> [dostęp 23.09.19]

Terminal pasażerski Międzynarodowego Portu Lotniczego w Krakowie

Pierwszy problem z przepustowością terminala pasażerskiego pojawił się w 1999 roku. Rozmiar terminala pozwalał wówczas na obsługę około 450 tysięcy pasażerów, gdzie

pod koniec lat 90. z lotniska skorzystało 420 tysięcy. Na początku 2001 roku powierzchnia terminala pasażerskiego została dwukrotnie zwiększona, jednocześnie został uruchomiony międzynarodowy terminal pasażerski z możliwością obsługi 1,3 mln pasażerów rocznie. W kolejnych latach rozbudowa terminala nadal postępowała, została uruchomiona poczekalnia dla pierwszej klasy, powiększono halę odlotów oraz powiększono liczbę stanowisk odpraw.

W 2005 roku, z uwagi na zwiększenie liczby rejsów do USA oraz Wielkiej Brytanii, został powiększony obszar poczekalni non-Schengen. Została zwiększona liczba *check-in*, punktów kontroli paszportowej, powstała również nowa bagażownia – w sumie uruchomiono dodatkowe 1,8 tysiąca m² powierzchni użytkowej terminala. Rok 2005 był również przełomowy z powodu nawiązania współpracy z irlandzkim przewoźnikiem Ryanair, który obecnie oferuje najwięcej połączeń z krakowskiego lotniska. Od 2007 roku, wraz ze zmianą nazwy na „Kraków Airport”, wprowadzono podział na terminal krajowy (T2) o powierzchni 1,8 tysiąca m² oraz międzynarodowy (T1) o powierzchni 3 tysiące m².

Kolejne plany na rozbudowę terminala pasażerskiego rozpoczęły się w 2011 roku, a prace budowlane terminala wraz z przebudową wewnętrznego układu komunikacyjnego oraz budową Hotelu Hilton rozpoczęły się w 2015 roku. Obecny terminal pasażerski został zmodernizowany i oddany w całości do użytku w grudniu 2016 roku. Założenia rozbudowy obejmowały:

- zwiększenie powierzchni użytkowej do 55 tysięcy m²;
- zwiększenie długości linii frontowej budynku do ponad 240 m, co umożliwiło budowę większej liczby drzwi wejściowych/ wyjściowych oraz ewakuacyjnych,
- zwiększenie liczby stanowisk *gate* do 18;
- zwiększenie liczby stanowisk odpraw biletowo-bagażowych *check-in* do 36, z możliwością dobudowania kolejnych 10 [7].

Ponadto, zostały wykonane dodatkowe punkty kontroli bezpieczeństwa: początkowo uruchomiono 8 stanowisk, od 2019 roku do użytku oddano 10 bramek, w tym jeden *Fast Track*.

Terminal pasażerski w Krakowie składa się z trzech poziomów. Na parterze znajdują się stanowiska odpraw biletowo-bagażowych, hala przylotów, kasy lotniskowe, punkty informacji pasażerskiej oraz turystycznej, dwa punkty gastronomiczne, poczta, sklep oraz terminal VIP. Natomiast na pierwszym piętrze znajduje się strefa *gate* wraz ze strefą bezcłową, punkt kontroli bezpieczeństwa, liczne sklepy i restauracje, a także kaplica oraz biuro rzeczy znalezionych. Na drugim piętrze wybudowany został taras widokowy dostępny przez całą dobę. Dokładne metraże stref terminala zostały przedstawione w tabeli 2.

Największa powierzchnia przeznaczona jest w strefie przylotów w punkcie odbioru bagażu rejestrowanego. Powierzchnia jest dostosowana tak, aby był zachowany odpowiedni komfort pasażerów poruszających się z większymi bagażami. W tym miejscu duży odsetek podróżujących korzysta z wózków bagażowych, jest odbieranych przez bliskich, znajomych, co obli-

Tabela 2

Powierzchnie poszczególnych miejsc ścieżki pasażera			
	Powierzchnie	[m ²]	[%]
Odloty	Check-in	1 035	19,8%
	Kontrola bezpieczeństwa	450	8,6%
	Gate	1 525	29,1%
Przyloty	Kontrola paszportowa	220	4,2%
	Przyloty odbiór bagaż	1 635	31,3%
	Kontrola paszportowa	367	7,0%
Suma		5 232	100,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie wewnętrznych informacji MPL im. JPŁ Sp. z o. o.

guje do zapewnienia większej powierzchni niż w innych strefach. Równie duże są strefy odlotowe. Najmniejsze powierzchnie przeznaczono na kontrole paszportowe, które przeprowadza się wyłącznie dla rejsów poza strefę Schengen.

Obecny terminal pasażerski w Krakowie umożliwia odprawę 7,88 mln pasażerów rocznie przy zachowaniu zalecanych standardów jakości IATA. Roczna wielkość przepustowa określona została przy założeniu, że w ciągu dnia występuje 6 godzin szczytowych, w których następuje kongestia pasażerów. W jednej godzinie szczytowej założono możliwe obsłużenie pasażerów na poziomie 1,8 tys. osób (tab. 3). W 356 dni można obsłużyć 3,94 mln pasażerów odlatujących i tyle samo przylatujących, zatem roczna deklarowana przepustowość terminala wynosi 7,88 mln pasażerów rocznie [8].

Tabela 3

Projektowa przepustowość terminalu pasażerskiego w porcie Kraków-Balice			
Operacja	Składowe	Przepustowość roczna [mln pasażerów]	Przepustowość dzienna [pax]
Odloty	6h szczytowych x 1800 pax/h x 365 dni	3,94	10 800
Przyloty	6h szczytowych x 1800 pax/h x 365 dni	3,94	10 800
Razem	6h szczytowych x 3600 pax/h x 365 dni	7,88	21 600

Źródło: <http://www.krakowairport.pl/pl/lotnisko,c94/informacje-o-lotnisku,c95/zaplecze-operacyjne,a280.html> [dostęp 09.09.19]

Przy użyciu tych samych założeń, poza roczną przepustowością terminala, można obliczyć projektowaną miesięczną jego przepustowość, która w zależności od długości miesiąca kształtuje się pomiędzy 604,8 tysiąca a 669,6 tysiąca pasażerów. Graniczna dobową przepustowość terminalu pasażerskiego w Krakowie wynosi natomiast 21,6 tysiąca pasażerów.

Analiza rocznej i miesięcznej przepustowości lotniczego terminalu pasażerskiego w Krakowie

Analiza wykorzystania przepustowości terminalu pasażerskiego została przeprowadzona w oparciu o dane dotyczące liczby pasażerów uczestniczących w rejsach wykonywanych w okresie jednego roku (od 1 października 2017 do 31 września 2018). Informacje pochodzą z systemu informatycznego inLOT, który służy do obsługi całego portu lotniczego, włącznie z firmami handlingowymi działającymi na terenie portu. W oparciu o dane dotyczące rzeczywistych czasów operacji wykonywanych przez samolot na pasie oszacowano czasy pojawienia się pasażerów na lotnisko zgodnie z zaleceniami linii lotniczych (tab. 4).

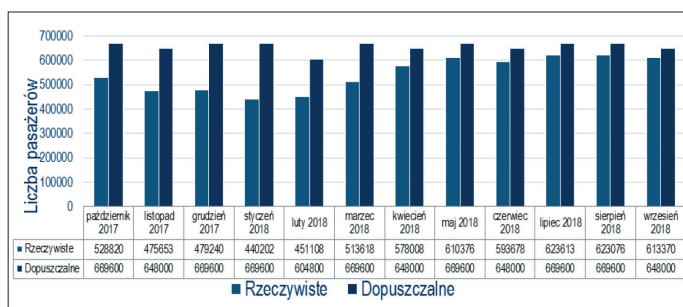
Tabela 4

Założone czasy pojawienia się pasażera w poszczególnych etapach podróży i optymalne czasy obsługi pasażera zalecane przez IATA			
Obszar		Założenia o pojawieniu się pasażera	Optymalne czasy obsługi pasażera [min]
Odloty	Check-in	2h przed odlotem	10-20
	Kontrola bezpieczeństwa	1h przed odlotem	5-10
	Gate	30 min przed odlotem	
	Kontrola paszportowa	1h przed odlotem	5-10
Przyloty	Odbiór bagaży	30 min po przylocie	25-40
	Kontrola paszportowa	30 min po przylocie	5-10

Źródło: opracowanie własne na podstawie opracowanie własne na podstawie zaleceń linii lotniczych oraz IATA, <https://www.iata.org/services/consulting/airport-pax-security/Pages/level-of-service.aspx> [dostęp 23.09.19]

W ciągu analizowanego roku port lotniczy w Krakowie obsłużył 6 530 762 pasażerów. Oznacza to, iż deklarowana przepustowość portu na poziomie 7 884 000 pasażerów została wykorzystana w 82,84%. Z uwagi na niedawną rozbudowę terminalu, która została oddana w całości w 2016 roku, jest to mało oczekiwany wynik dla lotniska. Stale powiększająca się siatka połączeń jest powodem bardzo dynamicznego wzrostu liczby pasażerów korzystających z lotniska w Balicach.

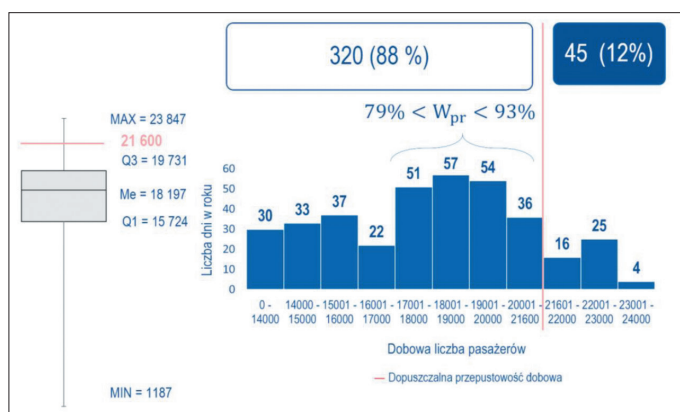
Stopień obciążenia terminalu pasażerskiego jest zróżnicowany w zależności od pory roku, miesiąca czy też pory dnia. Najwięcej pasażerów korzysta z portu lotniczego w miesiącach letnich, co wynika ze znacznie większej liczby oferowanych połączeń, zwłaszcza czarterowych. Choć w poddanych analizie miesiącach rzeczywista liczba odprawianych pasażerów nie przekracza dopuszczalnej przepustowości miesięcznej, to szczególnie w okresie od maja do września zbliża się do jej granicznej wartości, za każdym razem przekraczając prób 90%. Mniejsze wykorzystanie możliwości przepustowych terminala zaobserwowano w okresie jesienno-zimowym – w tym czasie pozostawały przynajmniej 20% rezerwy.



Rys. 1. Liczba obsłużonych pasażerów w ciągu poszczególnych miesięcy analizowanego roku
Źródło: opracowanie własne

Analiza dobowej przepustowości lotniczego terminalu pasażerskiego w Krakowie

W ciągu doby w krakowskim porcie lotniczym średnio obsłużanych jest 17,9 tysiąca pasażerów, co stanowi 82,83% deklarowanej przepustowości dobowej. Liczba obsłużanych pasażerów w poszczególnych dniach nie wykazuje dużego zróżnicowania (współczynnik zmienności wynosi 22%). W ciągu połowy analizowanego okresu dziennie odprawianych było od 15,7 do 19,7 tysiąca pasażerów na dobę. Zaobserwowano co prawda dni, w których



Rys. 2. Rozkład dni w analizowanym roku o określonej liczbie odprawionych pasażerów
Źródło: opracowanie własne

liczba obsłużonych pasażerów była ekstremalnie niska, ale sytuacja taka dotyczyła zazwyczaj okresów świątecznych o ograniczonej ofercie przewozowej – dla przykładu najmniej pasażerów (1 187 osób) obsłużono 25 grudnia 2017. Przeciwnie ekstremalna wartość była natomiast blisko 20-krotnie większa: w jednym z wrześniowych dni 2018 roku odprawiono blisko 24 tysiące pasażerów, czyli o 10% więcej niż zakłada dopuszczalna przepustowość terminala pasażerskiego.

Przekroczenie przepustowości dobowej zaobserwowano łącznie w ciągu 45 dni w roku, w ciągu kolejnych 36 dni była wykorzystana w ponad 93%, co oznacza, że średnio co 4–5 dni pasażerowie korzystający z portu lotniczego w Krakowie mogą mieć problemy ze sprawną i komfortową obsługą. W połowie analizowanych dni w roku wykorzystanie przepustowości terminala pasażerskiego jest na poziomie 79–93%. Jedyne w co trzeci dzień w roku liczba odprawianych pasażerów nie zagraża obniżeniu standardów ich obsługi.

Analiza przepustowości terminala pasażerskiego w Krakowie z uwzględnieniem komfortu i jakości obsługi podróży

Komfort i jakość obsługi w pasażerskich terminalach lotniczych jest zależny od liczby osób znajdujących się w obszarze jednego metra kwadratowego. W oparciu o standardy jakości zalecane przez IATA (tab. 1) oraz dostępne powierzchnie poszczególnych stref terminala w MPL w Krakowie (tab. 3) została obliczona graniczna przepustowość poszczególnych stref terminala zapewniająca obsługę podróży na odpowiednim poziomie, a następnie zweryfikowana z rzeczywistą liczbą odprawianych pasażerów. Do analizy w strefach: *check-in*, kontrola bezpieczeństwa, *gate* – uwzględniono sumę pasażerów odlatujących, natomiast w strefie odbioru bagaży na przylotach sumę pasażerów przylatujących. Dane o liczbie pasażerów odlatujących poza strefę Schengen wykorzystano do analizy przepustowości w obszarze kontroli paszportowej na odlotach, a dane o liczbie pasażerów przylatujących z krajów non-Schengen do sprawdzenia wykorzystania strefy kontroli paszportowej na przylotach. Zbadano, czy liczba pasażerów mieści się w zalecanym przez IATA przedziale i w jakim stopniu została wykorzystana górna granica. W tabeli 5 przedstawiono

analizę przepustowości poszczególnych stref terminalu w ujęciu rocznym oraz godzinowym dla dnia o największej liczbie obsłużonych pasażerów.

Liczba pasażerów korzystających z poszczególnych stref lotniska w analizowanym roku nie przekracza założonych standardów przepustowości podanych przez IATA. Liczba obsłużonych pasażerów w każdej ze stref mieści się w przedziale zapewniającym obsługę na odpowiednim poziomie i w większości wykorzystuje go w mniej niż połowie. Największą przepustowością charakteryzują się strefy o największej powierzchni: strefa odbioru bagażu oraz poczekalnia odlotowa, których powierzchnia stanowi ponad 3 tysiące m² i zajmuje blisko $\frac{2}{3}$ powierzchni całego terminala. Ich średnie wykorzystanie przepustowości w analizowanym okresie kształtuje się na poziomie kolejno 36% i 40%. Przeprowadzona analiza wskazuje na dość duży bufor bezpieczeństwa w zakresie przepustowości tych stref. W niewiele większym stopniu wykorzystana jest również przepustowość stref przeznaczonych na kontrolę paszportową, przy czym stopień wykorzystania przepustowości tego typu strefy w części terminalu poświęconego przylotom jest wyższy niż w tej zlokalizowanej w części przylotowej terminala. Sytuacja taka niekoniecznie związana jest z dużym zróżnicowaniem pomiędzy liczbami pasażerów wylatujących poza strefę Schengen oraz przylatujących spoza tej strefy, a jedynie z różnych wielkości powierzchni dedykowanych tym strefom w części przylotów i odlotów (kolejno 367 i 220 m²).

Tabela 5

Stopień wykorzystania przepustowości rocznej poszczególnych stref lotniskowego terminalu pasażerskiego z uwzględnieniem standardów jakości IATA				
Strefa	Zakres przepustowości uwzględniający standardy jakości [pax]	Wykorzystanie uśrednionej przepustowości poszczególnych stref terminalu pasażerskiego [%]		
		Od	Do	
Przyloty	Check-in	5 037 000	6 974 308	53,94%
	Kontrola bezpieczeństwa	3 285 000	3 942 000	89,65%
	Gate	7 218 240	8 908 920	40,22%
	Kontrola paszportowa odloty	1 606 000	1 927 200	55,01%
Odloty	Odbiór bagażu przyloty	8 425 059	9 548 400	35,77%
	Kontrola paszportowa przyloty	2 679 100	3 214 920	39,27%

Źródło: opracowanie własne

W oparciu o wyniki prezentowanej analizy można dość precyzyjnie zlokalizować punkty terminalu, które są najbardziej narażone na kongestie. W przypadku MPL w Krakowie jest to strefa dedykowana kontroli bezpieczeństwa i w dużo mniejszym stopniu strefa odpraw biletowo-bagażowych, a także mniejsza powierzchniowo strefa kontroli paszportowej. Jak w przypadku dwóch ostatnich stref stopień wykorzystania przepustowości przekroczył nieznacznie wartość 50%, tak w przypadku strefy dedykowanej kontroli bezpieczeństwa osiągnął poziom 90%. Liczby znajdują odzwierciedlenie w rzeczywistości, ponieważ największe kolejki podróżnych w porcie lotniczym w Balicach

występują w strefie kontroli bezpieczeństwa. Wynika to ze zbyt małej liczby bramek do wykonania prześwietleń (9 bramek + 1 fast truck) oraz skanowania kart pokładowych (3 bramki).

W sposób analogiczny do analizy wykorzystania rocznej przepustowości poszczególnych stref terminala przeprowadzona została analiza wykorzystania godzinowej przepustowości w dniu o największej liczbie odprawionych pasażerów (24.09.2018). W tabeli 6 zestawiono wartości dopuszczalnej godzinowej liczby pasażerów obsłużonych w poszczególnych strefach terminala zapewniającej odpowiedni poziom obsługi podróżnych.

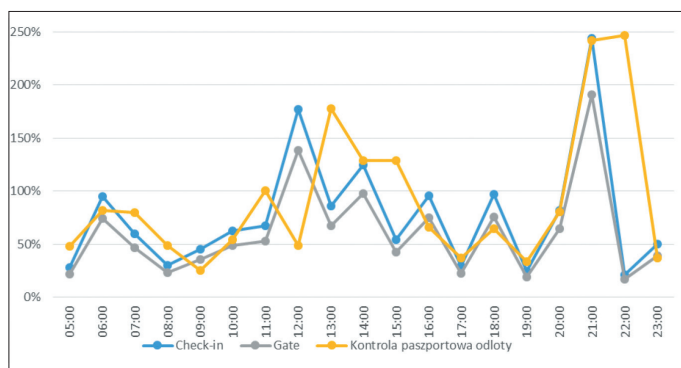
Tabela 6

Godzinowa dopuszczalna przepustowość poszczególnych stref terminala pasażerskiego		
Strefa	Od	Do
Check-in	575	796
Kontrola bezpieczeństwa	375	450
Gate	824	1 017
Kontrola paszportowa odloty	183	220
Przyloty odbiór bagaż	962	1090
Paszporty przyloty	306	367
Łącznie w godzinie	707	872

Źródło: opracowanie własne

W oparciu o prezentowane wcześniej założenia oraz rozkład ruchu pasażerskiego w dniu 24 września 2018 roku określono godzinowy rozkład liczby pasażerów pojawiających się w poszczególnych strefach terminala pasażerskiego, a następnie sprawdzono stopień wykorzystania górnej granicy godzinowej przepustowości poszczególnych stref terminalu pasażerskiego. Stopień wykorzystania przepustowości stref obsługujących pasażerów odlatujących zobrazowano na rysunkach 3 oraz 4, natomiast stref obsługujących pasażerów przylatujących na rysunku 5.

Rozkład godzinowy wykorzystania przepustowości poszczególnych stref terminalu pasażerskiego pozwala wyznaczyć godziny szczytu panujące w ciągu analizowanego dnia. Są to godziny 11:00–15:00 oraz 20:00–22:00. W godzinach szczytu została przekroczona górna granica dopuszczalnej przepustowości godzinowej, co oznacza, iż w tym okresie czas oczekiwania na obsługę był wydłużony i mógł wpływać na zadowolenie pasażerów z jakości świadczonych

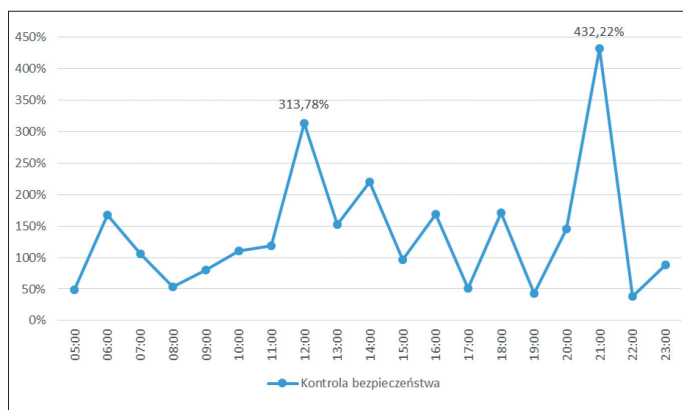


Rys. 3. Rozkład godzinowy wykorzystania przepustowości terminalu z podziałem na strefy w dniu 24.09.2018 (1)

Źródło: opracowanie własne

usług przez port. Między 11:00 a 12:00 przepustowość została przekroczona o około 75%, natomiast między 21:00 a 22:00 o ponad 100%. Zauważyć można również, że w godzinach szczytu jest dość duża liczba odprawianych pasażerów poza strefę Schengen, ponieważ krzywa dla kontroli paszportowej jest zbliżona kształtem do krzywej *check-in* i lekko przesunięta w prawo, gdyż kontrola paszportowa następuje po odprawie biletowo-bagażowej.

Uwagę zwraca fakt, iż w ciągu całego dnia zdecydowanie większe wykorzystanie przestrzeni panuje w strefie *check-in* oraz kontroli paszportowej na odlotach niż w strefie *gate*. Jak w przypadku tej ostatniej, maksymalna liczba przebywających w niej pasażerów była o połowę większa niż zalecana dla zachowania optymalnych warunków obsługi, tak w przypadku dwóch pozostałych stref, dopuszczalna przepustowość godzinowa została przekroczona 2,5-krotnie. Zauważalny niższy stopień kongestii w strefie *gate* niż w strefach *check-in* i strefie bezpieczeństwa związany jest między innymi ze znacząco większą powierzchnią strefy *gate* w porównaniu z pozostałymi dwiema. Warto również podkreślić, iż w ciągu wielu godzin wykraczających nawet poza wskazane godziny szczytu południowego i wieczornego liczba odprawianych pasażerów w strefach *check-in* oraz kontrola paszportowa odloty jest na granicy dopuszczalnej przepustowości godzinowej.

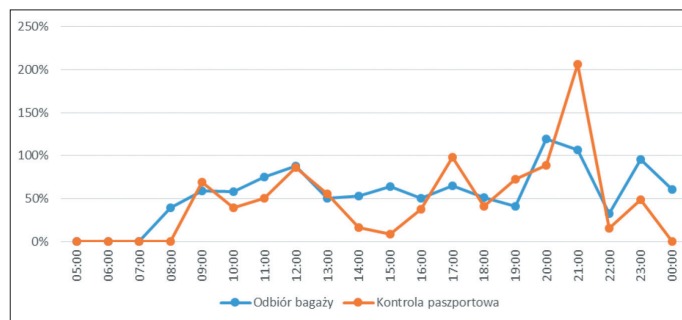


Rys. 4. Rozkład godzinowy wykorzystania przepustowości terminalu z podziałem na strefy w dniu 24.09.2018 (2)

Źródło: opracowanie własne

Do największej kumulacji pasażerów i powstania największych kongestii w analizowanym dniu doszło w strefie bezpieczeństwa. Zasadniczo przez większą część dnia przepustowość strefy kontroli osobistej została przekroczona lub była bardzo tego bliska. Największe kulminacje kongestii zaobserwowano w tych samych godzinach szczytu. Około godziny 11:00 górna granica dopuszczalnej liczby pasażerów w tej strefie została przekroczona trzykrotnie, natomiast około godziny 21:00 aż czterokrotnie. Ta strefa jest niewralgicznym punktem przedmiotowego portu lotniczego. Nie tylko znajdowały się w niej wówczas tylko 3 bramki do skanowania kart pokładowych umożliwiających przystąpienie do kontroli osobistej, ale również tylko 9 czynnych bramek do prześwietleń i wykrywania metali. Zbyt mała liczba dostępnego sprzętu i personelu tworzy w terminalu bardzo wąskie gardło, w którym w godzinach szczytu tworzą się bardzo duże kolejki.

W ostatnim czasie krakowskie lotnisko podejmuje działania w kierunku poprawy sytuacji poprzez otwieranie dodatkowych bramek do skanowania kart pokładowych i jednej dodatkowej bramki do przeprowadzania kontroli. Mimo niedawnej rozbudowy terminala pasażerskiego (pod koniec 2016) przy tak dynamicznym wzroście liczby pasażerów wymagana jest kolejna rozbudowa – szczególnie w strefie kontroli bezpieczeństwa.



Rys. 5. Rozkład godzinowy wykorzystania przepustowości terminalu z podziałem na strefy w dniu 24.09.2018 (3)

Źródło: opracowanie własne

Zdecydowanie lepiej niż w strefie odlotów prezentuje się stopień wykorzystania przepustowości stref dedykowanych pasażerom przylatującym do portu. Nie oznacza to jednak, że wyniki analizy powinny być satysfakcjonujące dla zarządców portu, gdyż w ciągu analizowanego dnia wielokrotnie odnotowano liczbę obsługiwanych pasażerów na granicy przepustowości stref, a w szczycie popołudniowym wręcz jej przekroczenie. Najbardziej narażona na niski komfort obsługi pasażerów jest strefa odprawy paszportowej. W jej przypadku około godziny 21:00 odprawiono dwukrotnie więcej pasażerów niż wielkość dopuszczalnej przepustowości.

Warto zwrócić uwagę, iż rozkłady godzinowe wykorzystania przepustowości poszczególnych stref w analizowanym dniu wykazują duże podobieństwo zarówno w sferze przylotów, jak i odlotów. Wyraźne podobieństwo zaobserwować można zwłaszcza w godzinach szczytu wieczornego, jak również południowego. Kongestie w poszczególnych strefach w względnie tym samym czasie (lub w przesunięciach wynikających z średniego czasu obsługi w poszczególnych strefach) spowodowane są dużą liczbą operacji przylotowych i odlotowych w tym samym czasie. Problem dotyczy statków powietrznych, które są zobligowane do jak najszybszego opuszczenia stanowiska na płycie. Konieczna jest bardzo sprawna i krótka w czasie wymiana pasażerów przed kolejnym odlotem. Taka sytuacja, dyktowana względami ekonomicznymi przewoźnika, niestety powoduje niejednokrotnie kumulacje pasażerów w punktach obsługi pasażerskiej zarówno w strefie przylotów, jak również odlotów.

Podsumowanie

Pasażerski ruch lotniczy w Polsce rozwija się bardzo dynamicznie od wielu lat. Szczególnie w wielu portach regionalnych roczne wzrosty liczby obsługiwanych pasażerów często

wykraczają poza przyjmowane w lotnictwie uśrednione wskaźniki wzrostu ruchu. Wiąże się to z tym, iż możliwości przepustowe infrastruktury portowej mogą wyczerpywać się znacznie szybciej, niż jest to planowane.

Istota problemu przepustowości terminali zaczyna się już na etapie ich planowania. Badania zapotrzebowania zazwyczaj obejmują krótkoterminowe prognozy popytu i przepływu pasażerów w portach lotniczych. Niewłaściwie wykonana prognoza oraz projekt prowadzą do awarii funkcjonowania portu lotniczego, w wyniku czego konieczne jest podejmowanie kosztowych działań naprawczych. Dlatego też w przypadku organizacji obsługi ruchu pasażerskiego w portach lotniczych bieżący i ciągły proces monitorowania dynamiki zmian jest niezmiernie ważny ze względu na długotrwały proces planowania i prowadzenia inwestycji w infrastrukturę portową. Drobiazgowa analiza przepustowości poszczególnych stref terminalu pasażerskiego pozwala na odpowiednio wczesne reagowanie i podejmowanie działań zmierzających do zwiększania możliwości przepustowych terminali pasażerskich.

Przedstawiony w artykule przykład krakowskiego portu lotniczego charakteryzującego się wysoką dynamiką wzrostu ruchu pasażerskiego potwierdza zasadność ciągłego monitorowania wykorzystania przepustowości terminala, który, po gruntownym rozbudowaniu i oddaniu do użytku w 2016 roku, miał być zdolny do obsługi pasażerów przez przynajmniej dekadę. Zaprzecza temu jednak liczba odprawionych pasażerów w porcie już w 2019 roku, która od maja była większa niż dopuszczalna przepustowość miesięczna [9]. Tak gwałtowny wzrost liczby odprawionych pasażerów zmusza zarząd portu do szybkich działań zmierzających do zwiększenia przepustowości terminalu pasażerskiego, aby port mógł funkcjonować bez żadnych problemów. Narzędziem pomocnym w planowaniu rozbudowy, jak również w prowadzeniu działań poprawiających przepustowość terminali pasażerskich, jest przedstawiona w artykule analiza przepustowości nie tak całego terminala pasażerskiego, jak poszczególnych jego stref. Dzięki niej możliwe jest wskazanie wąskich gardeł terminalu i miejsc powstawania największych opóźnień w obsłudze. Dzięki temu osoby decyzyjne w porcie mogą podejmować trafniejsze decyzje w zakresie rozwoju infrastruktury portowej.

Obecnie opracowywany jest nowy plan powiększenia powierzchni terminalu pasażerskiego, który zakłada docelową przepustowość na poziomie 12 mln pasażerów w ciągu roku. Budowa, rozbudowa czy też modernizacja lotniczych obiektów infrastrukturalnych jest jednak procesem złożonym i przede wszystkim czasochłonnym. Natomiast jak pokazuje przeprowadzona analiza, port lotniczy może potrzebować dość szybkich działań zmierzających do poprawy przepustowości największych wąskich gardeł, przede wszystkim strefy bezpieczeństwa. Pomocne w tym zakresie mogą być nowe technologie teleinformacyjne, choćby zdalny system zarządzania kolejkami, wprowadzony między innymi na lotnisku Chopina w Warszawie. W momencie wystąpienia kongestii system proponuje optymalny wariant aranżacji kolejki adekwatnie do sytuacji ruchowej [3].

Bardzo pomocne w skróceniu czasu obsługi pasażerskiej są również inteligentne bramki, które umożliwiają posiadaczom paszportów przetwarzanie go w ciągu 15 sekund lub mniej. Inteligentne bramki są samoobsługowe, bez dodatkowych kosztów dla pasażerów i mogą być używane bez konieczności wcześniejszej rejestracji, jeśli klient posiada specjalny identyfikator [10]. Niezaprzeczalnie kierunkiem rozwoju zarządzania terminalami lotniczymi jest sztuczna inteligencja. Dzięki np. bramkom biometrycznym instalowanym na lotniskach można usprawniać nie tylko proces weryfikacji pasażerów, ale także zmniejszać kolejki pasażerskie i zwiększać wydajność operacyjną. Przykładem tego typu rozwiązania jest m.in. aplikacja Elenium Voyager [11].

Gwałtowny rozwój lotniczego ruchu pasażerskiego skutkuje nawracającymi problemami portów lotniczych związanymi z wyczerpywaniem się ich przepustowości. Dużym ograniczeniem w ich rozwoju jest natomiast powierzchnia, jaką poszczególne porty lotnicze mogą przeznaczyć na rozbudowę oraz czas niezbędny na powiększanie infrastruktury portowej. Z tego też względu ważne jest bieżące monitorowanie przepustowości portowej, w tym poszczególnych stref terminali pasażerskich, aby móc wyprzedzić proces wyczerpania się możliwości przepustowych. W tym zakresie, poza rozbudową infrastruktury, pomocne mogą być nowe technologie.

Literatura

1. Szoltysek J., Jedliński M., *Logistyka. Współczesne wyzwania*, Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Angelusa Silesiusa, Wałbrzych 2010.
2. Vokáč R., *The Methods of Terminal Capacity Analysis*, Department of Air Transport, Czech Technical University in Prague, Praga 2016.
3. Rożej A., Stochaj J., *Obsługa podróżnych w portach i terminalach* Część I, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 2018.
4. Nita P.: *Projektowanie lotnisk i portów lotniczych*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2014.
5. Pawlicka Z., *Przewozy pasażerskie*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1978.
6. <https://www.iata.org/services/consulting/airport-pax-security/Pages/level-of-service.aspx> dostęp 23.09.19.
7. <http://www.krakowairport.pl/pl/rozbudowa-i-przebudowa-terminalu-pasazerskiego,a1368.html> dostęp 17.08.2019
8. <http://www.krakowairport.pl/pl/lotnisko,c94/informacje-o-lotnisku,c95/zaplecze-operacyjne,a280.html> dostęp 09.09.19
9. <http://www.krakowairport.pl/pl/b2b,c56/uslugi-lotnicze,c57/bettercountonnumbers,c58/statystyki,c68/statystyki-miesieczne-2019,a983.html> dostęp 23.09.2019
10. <https://www.dubaiairports.ae/smartgates> dostęp 25.09.2019
11. <https://www.etihad.com/nl-be/about-us/etihad-news/archive/2019/etihad-airways-and-elenium-use-ground-breaking-technology-to-revolutionise-the-travel-experience/> dostęp 25.09.2019.
12. Szczygieł A, *Analiza punktualności samolotów pasażerskich w Międzynarodowym Porcie Lotniczym im. Jana Pawła II Kraków-Balice Sp. z o. o.*, Praca dyplomowa inżynierska, Politechnika Krakowska, Kraków 2018.
13. Szczygieł A, *Analiza przepustowości terminala pasażerskiego w Międzynarodowym Porcie Lotniczym im. Jana Pawła II Kraków-Balice Sp. z o. o.*, Praca dyplomowa magisterska, Politechnika Krakowska, Kraków 2019.