

Infrastruktura portów lotniczych w Unii Europejskiej

Marek Malarski, Dominika Szterk

Głównym motorem rozwoju portów lotniczych w Polsce jest rozwój gospodarczy i koordynacja gospodarki z partnerami Unii Europejskiej. Rozwój transportu lotniczego w Polsce wynika również z rozwoju społecznego i potrzeb kulturowych, umożliwia on przemieszczanie ludzi i ładunków na znaczne odległości w krótkim czasie. Kluczową rolę we właściwym funkcjonowaniu portu lotniczego odgrywa dopasowanie przepustowości poszczególnych elementów jego infrastruktury do występującego zapotrzebowania na usługę transportową. Do oceny wybrano arbitralnie 131 portów lotniczych (kryterium wyboru była dostępność danych i w miarę reprezentatywna grupa aglomeracji Europy). Analiza parametrów portów europejskich pozwoliła na ustalenie tendencji rozwojowych portów.



Prof. dr hab. inż.
Marek Malarski,
Politechnika Warszawska,
Wydział Transportu



dr
Dominika Szterk,
dr nauk techn. (transport)
Politechnika Warszawska
dominikasztterk@wp.pl

pracy na każdy milion odprawionych pasażerów. Bliskość portu lotniczego jest dla 31% firm podstawowym czynnikiem decydującym o lokalizacji zakładów produkcyjnych. W przypadku usług bankowych i ubezpieczeniowych transport lotniczy zaspokaja do 50% całego zapotrzebowania na transport.

W Europie funkcjonuje około 430 – 480 portów lotniczych. Ich infrastruktura organizacyjna i środowiskowa są bardzo różne. Nie wszystkie różnice dają się wytłumaczyć różnym rozwojem historycznym infrastruktury portów lotniczych. Parametry infrastruktury europejskich portów lotniczych są porównywalne, ale różne. W kilku kolejnych pracach kierowanych przez autora podjęto próbę oceny i znalezienia wspólnych, najlepszych cech infrastruktury europejskich portów lotniczych.

Operacje pasażerskie i lotnicze w porcie lotniczym

Ruch pasażerski w rejonie portu lotniczego odbywa się głównie w budynku dworca lotniczego nazywanego często terminalem pasażerskim. Typowo pierwszą czynnością obsługi pasażerów odlatujących jest odprawa biletowo-bagażowa **check-in** (rys. 1). Kolejno pasażer i jego bagaż podręczny poddani są kontroli bezpieczeństwa (**security**) i przechodzą do części lotniczej **airside** terminala. W przypadku obsługi lotów międzynarodowych poza granice Unii Europejskiej (**non-schengen**) dokonywane

są odprawy paszportowe, czasami kontrole celne. Przed wejściem na pokład samolotu dokonywana jest odprawa na pokład samolotu **boarding**.

Operacje samolotów wykonywane są w części lotniczej portu. Wyróżnia się tam pole naziemnego ruchu lotniczego (rys. 2) – część portu wykorzystywaną do startów, lądowań i naziemnego ruchu samolotów. Start samolotu po uzyskaniu zezwolenia kontroli ruchu lotniskowego TWR poprzedzony jest wyprowadzaniem na płycie postojowej i kołowaniem. Zasady ruchu lotniskowego regulują odpowiednie przepisy, aneksy i podręczniki Organizacji Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego ICAO [1]. Na płycie postojowej wykonywana jest obsługa naziemna. Po zakończonej obsłudze naziemnej dowódca samolotu zgłasza gotowość do startu. Po otrzymaniu zgody (**clearance**) wykonywane jest kołowanie (**taxiing**) po ustalonej drodze kołowania. Następnie po uzgodnieniu następuje start samolotu.

Szybki rozwój przemysłowo – urbanistyczny wymusza rozwój infrastruktury transportowej, w szczególności portów lotniczych. To jedna z głównych przyczyn, dla których zaczęto dostrzegać konieczność równomiernego rozwoju portów lotniczych oraz infrastruktury z nimi związanej [5]. Ze względu na dynamiczny wzrost ruchu lotniczego, zwiększa się wpływ tej gałęzi transportu na środowisko. Jedną z koncepcji zwiększenia przepustowości systemu transportu lotniczego jest wykorzystanie wolnej przepustowości w mniejszych portach lotniczych.

Podstawowe elementy środowiskowej oceny pracy portu lotniczego można sprowadzić do zagadnień funkcjonowania: tak zwanej mapy hałasowej, procedur antyhałasowych portu, procedur specjalnych, procedur nocnych.

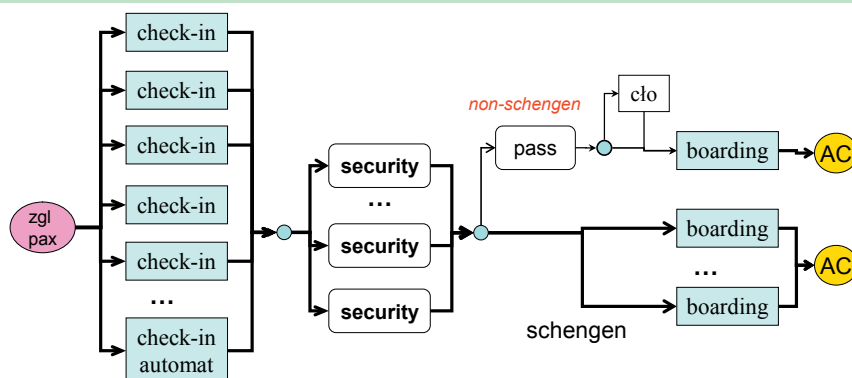
Modelowa analiza infrastruktury portów lotniczych

Dla zadania analizy modelowej port lotniczy możemy zapisać jako system [3, 6]. Jego analizowaną infrastrukturę zapisujemy wtedy grafem

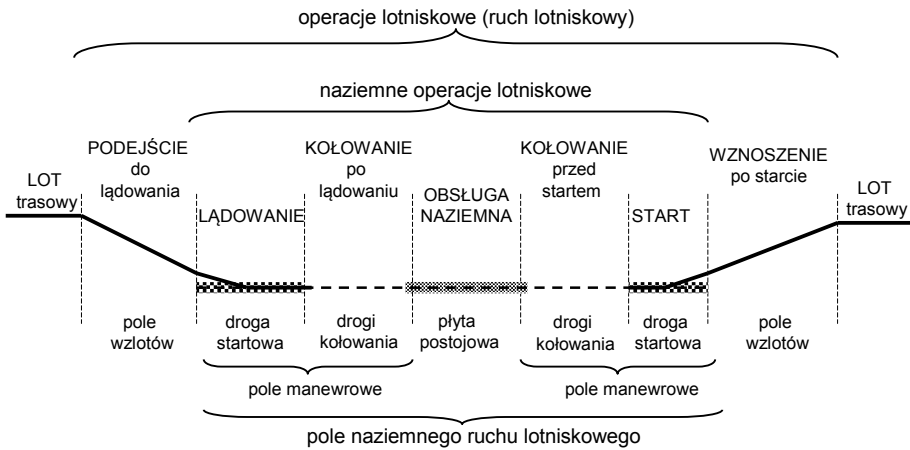
Wprowadzenie

Port lotniczy to lotnisko użytku publicznego przeznaczone do wykonywania lotów handlowych. Z analiz organizacji lotniczych (głównie Zrzeszenia Portów Lotniczych ACI) wynika, że port lotniczy generuje bezpośrednio 925 miejsc pracy na 1 milion odprawionych pasażerów lub 100 tysięcy ton odprawionego ładunku cargo. Dodatkowo w otoczeniu portu lotniczego powstaje 1 425 miejsc pracy a w regionie 2 000 miejsc

model operacyjny obsługi pasażerów odlatujących



1. Uproszczony schemat następstwa operacji pasażerów odlatujących [opracowanie własne]



2. Operacja lotniskowe samolotu [opracowanie własne]

$$G = \langle W, L \rangle \quad (1)$$

gdzie: W – zbiór wierzchołków grafu o interpretacji indeksów analizowanych elementów infrastruktury systemu $W = \{1, \dots, i, \dots, j, \dots, w\}$,
 L – zbiór relacji (łuków) między analizowanymi elementami $L = \{(i, j) : (i, j) \in W \times W, i \neq j\}$.

Zbiór W składa się z rozłącznych podzbiorów

$$W = V^{srod} \cup V^{air} \cup V^{land} \cup V^{agl} \cup V^{skom} \quad (2)$$

gdzie: V^{srod} – zbiór wierzchołków grafu o interpretacji indeksów cech środowiskowych portu,

V^{air} – zbiór wierzchołków grafu o interpretacji indeksów elementów infrastruktury operacji lotniczych,

V^{land} – zbiór wierzchołków grafu o interpretacji indeksów elementów infrastruktury operacji obsługi pasażerskiej,

V^{agl} – zbiór wierzchołków grafu o interpretacji indeksów elementów aglomeracji istotnych dla pracy portu lotniczego,

V^{skom} – zbiór wierzchołków grafu o interpretacji indeksów elementów infrastruktury skomunikowania portu z aglomeracją.

Na łukach (relacjach) można zdefiniować zbiór F

$$F_L = \{f_h(i, j) : (i, j) \in L, i \neq j, h = 1, \dots, H\} \quad (3)$$

gdzie: H – liczba różnych funkcji $f_h(i, j)$ określonych na relacjach infrastruktury portu. Funkcje $f_h(i, j)$ mają interpretację indeksów relacji przewyższania elementów infrastruktury.

Zidentyfikowane charakterystyki elementów infrastruktury opisane są funkcjami $f_h(i, j)$:

dla skomunikowanie portu lotniczego z aglomeracją (st^{skom}):

st^{SKM} – indeks transportu pociągiem lub szybką koleją miejską SKM,

st – indeks transportu metrem M,

st^T – indeks transportu tramwajem T,

st^{AM} – indeks transportu autobusem miejskim AM,

st^{AS} – indeks transportu autobusem specjalnym AS,

st^{l-park} – indeks liczby miejsc parkingowych w pobliżu portu l-park,

st^{od-agl} – indeks odległości od centrum aglomeracji od-agl,

st^{dojazd} – indeks deklarowanego czasu dojazdu do portu dojazd

$$f_1(i, j) : (i, j) \in V^{skom} \times V^{skom}, i \neq j, V^{skom} = \{st^{SKM}, st^M, st^T, st^{AM}, st^{AS}, st^{l-park}, st^{od-agl}, st^{dojazd}\} \quad (4)$$

dla ochrony przed hałasem (OS^{srod}):

os^{mh} – indeks wprowadzenia mapy hałasowej mh ,

os^{ph} – indeks wprowadzenia procedur antyhałasowych ph ,

os^{ps} – indeks wprowadzenia procedur specjalnych ps ,

os^{cn} – indeks wprowadzenia nocnej przerwy operacji lotniczych cn ,

os^0 – indeks braku działań antyhałasowych 0

$$f_2(i, j) : (i, j) \in V^{srod} \times V^{srod}, i \neq j, V^{srod} = \{os^{mh}, os^{ph}, os^{ps}, os^{cn}, os^0\} \quad (5)$$

dla oceny przepustowości $landside$ (CA^{land}):

l^{ckin} – indeks liczby stanowisk check-in $ckin$,

l^{post} – indeks liczby stanowisk postojowych samolotów $post$,

l^{kont} – indeks liczby stanowisk kontaktowych $kont$,

l^{term} – indeks liczby terminali pasażerskich $term$

$$f_3(i, j) : (i, j) \in V^{land} \times V^{land}, i \neq j, V^{land} = \{l^{ckin}, l^{post}, l^{kont}, l^{term}\} \quad (6)$$

Przykładową funkcję z tej grupy pokazano w tabeli 1.

dla oceny przepustowości airtside (CA^{air}):

a^{lds} – indeks liczby dróg startowych (RWY) lds ,

a^{Di} – indeks układu RWY Di ,

$a^{CA} (a^{uDS})$ – deklarowana przepustowość operacyjna układu operacyjnego RWY uDS (11 wyodrębnionych układów) CA(uDS),

a^{dDS} – indeks oceny zagregowanej dDS dla deklarowanych długości RWY do startu TODA i lądowania LDA,

a^{CAT} – indeks kategorii przyrządowania najlepiej wyposażonego kierunku RWY CAT,

a^{dz} – indeks liczby równoległych dróg zjazdowych dz dla każdego kierunku lądowania,

a^{dsz} – indeks liczby dróg szybkiego zjazdu dsz dla każdego kierunku lądowania,

a^{dks} – indeks liczby równoległych TWY na start - dks dla każdego kierunku RWY

$$f_{4,5}(i, j) : (i, j) \in V^{air} \times V^{air}, i \neq j, V^{air} = \{a^{lds}, a^{Di}, a^{uDS}, a^{CA}, a^{dDS}, a^{CAT}, a^{dz}, a^{dsz}, a^{dks}\} \quad (7)$$

Przykładową funkcję z tej grupy pokazano w tabeli 2.

Ocenę infrastruktury portu lotniczego (systemu) możemy zapisać jako wektor

$$q = \langle q(1), \dots, q(u), \dots, q(\bar{u}) \rangle = \langle q(1), q(2), q(3), q(4) \rangle, q(u) \in R^+, \quad (8)$$

$u \in U$

Dla tak przyjętych oznaczeń można sformułować zadanie optymalizacyjne analizy elementów infrastruktury portu lotniczego do obsługi aglomeracji o ustalonych parametrach.

Zmienna decyzyjna:

X – wektor rodzajów instalacji elementów infrastruktury portu

$$X = [x(i)], x(i) \in N, i \in W \quad (9)$$

z warunkiem całkowitości elementów infrastruktury $x(i) \in N, i \in W$ (10)

Przyjęte cząstkowe funkcje oceny:

$$q(1) : CA^{air}_{oper}(X) = \dots, \dots, \dots$$

$$= f(lds, Di, dDS, CAT, dz, dsz, dks) \rightarrow \max \quad (11)$$

przepustowość portu dla operacji obsługi pasażerów

$$q(2): CA^{land}(X) = f(ckin, post, kont, term) \rightarrow \max \quad (12)$$

sprawność operacji dowozu port-aglomeracja

$$q(3): st^{skom}(X) = f(SKM, M, T, AM, AS, park, agl, dojazd) \rightarrow \max \quad (13)$$

ochrona przed hałasem lotniczym

$$q(4): OS^{srod}(X) = f(mh, ph, ps, cn, 0) \rightarrow \min \quad (14)$$

Wielokryterialne zadanie optymalizacyjne oceny infrastruktury portu lotniczego można zapisać (przy wcześniejszych oznaczeniach): wyznaczyć taki wektor

$$X = [x(i)] \quad (15)$$

spełniającą odpowiednie ograniczenia, tak by funkcja kryterium zagregowanego postaci

$$F(X) = \langle CA^{air}(X), CA^{land}(X), OS^{srod}(X), st^{skom}(X) \rangle \quad (16)$$

osiągnęła wartość najkorzystniejszą.

Przykładowa analiza infrastruktury wybranych europejskich portów lotniczych

Wiele regionalnych portów lotniczych powstaje przez stosunkowo prostą adaptację i rozbudowę dawnych lotnisk turystycznych, sportowych lub wojskowych. Rozbudowa często wykonywana jest zgodnie z potrzebą chwili ograniczając czasami możliwość dalszego rozwoju. Często przyjmuje się w Europie podział portów lotniczych na 5 grup: A – duże wspólnotowe porty lotnicze – ponad 10 milionów pasażerów rocznie; B – duże krajowe porty lotnicze – 5-10 milionów pasażerów rocznie; C – duże regionalne porty lotnicze – 1-5 milionów pasażerów rocznie; D – małe regionalne porty lotnicze – do 1 miliona pasażerów rocznie; D2 – lokalne porty lotnicze – do 200 tysięcy pasażerów rocznie.

W takich też 5 grupach analizowano w zespole autora wybrane 151 europejskich portów lotniczych. Część portów pominięto w analizie ze względu na wyraźne „odstawanie” od pozostałych. Przykładowo port CDG w Paryżu jest wyraźnie „przeinwestowany”, nawet na tle portów niemieckich. W każdej grupie analizę prowadzono oddzielnie, normując następnie otrzymane rozwiązania wielkością ruchu. Przyjęto następujące grupy parametrów:

Tabela 1. Tabela przewyższania dla oceny warunków obsługi pasażerów odlatujących (o = post, k = kont)

lp	stanowiska	1	2	3	4
		0k i do 20o	do 10k i (21-40)o	do 20k i (41-60)o	więcej
1.	$ckin \leq 20$	L0	L1	L2	L3
2.	$21 \leq ckin \leq 40$	L1	L2	L3	L4
3.	$41 \leq ckin \leq 70$	L2	L3	L4	L5
4.	$70 \leq ckin \leq 110$	L3	L4	L5	L6
5.	więcej	L4	L5	L6	L7

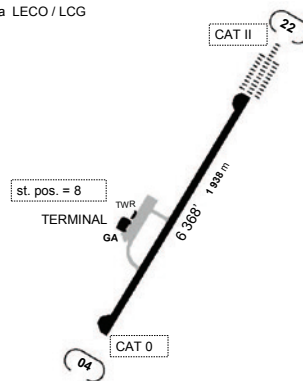
Tabela 2. Tabela przewyższania dla oceny warunków organizacji operacji startu

dDS [m]	do 2 000	2 001 – 2 300	2 301 – 2 600	2 601 – 3 000	ponad 3 000
dks = 1	S1	S2	S3	S4	S5
dks = 2	S2	S3	S4	S5	S7
więcej dks	S3	S4	S5	S6	S8

- ocena operacyjna infrastruktury portu lotniczego (*airside*) – w sumie do 12 parametrów,
- ocena środowiskowa portu lotniczego – w sumie 4 parametry,
- ocena obsługi pasażerów (*landside*) – 4 parametry oceny,
- ocena skomunikowania portu lotniczego z aglomeracją – 9 ocenianych parametrów.

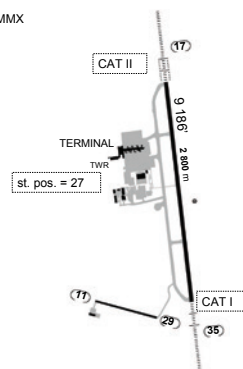
Jako przykład wybrano 8 portów lotniczych grupy C (rys. 3 – 10). W tabelach 3 – 8 podano przykładowe wyniki analizy infrastruktury tych portów.

SPAIN – A Coruna LECO / LCG

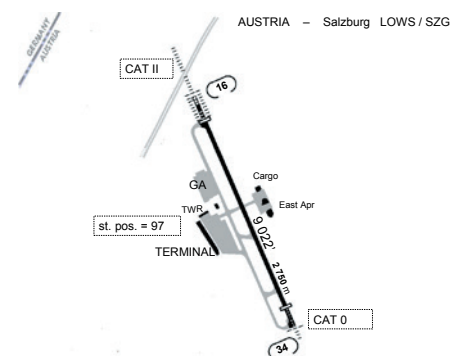


3. Schemat operacyjny portu lotniczego A Coruna [opracowanie własne]

SWEDEN – Malmo ESMS / MMX

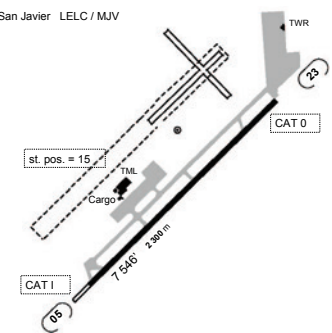


4. Schemat operacyjny portu lotniczego Malmo [opracowanie własne]



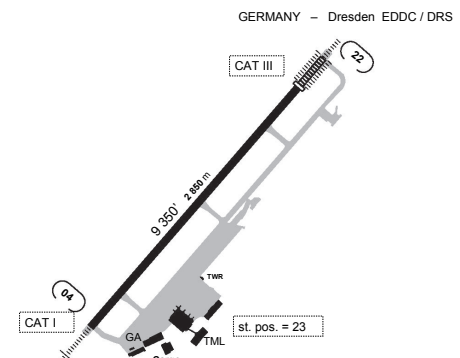
5. Schemat operacyjny portu lotniczego Salzburg [opracowanie własne]

SPAIN – Murcia San Javier LELC / MJV



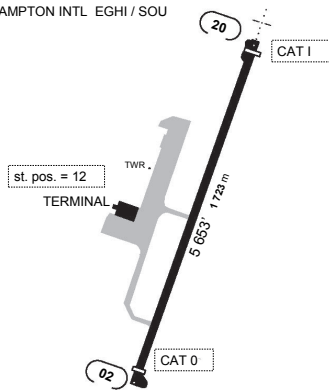
6. Schemat operacyjny portu lotniczego Murcia [opracowanie własne]

GERMANY – Dresden EDDC / DRS



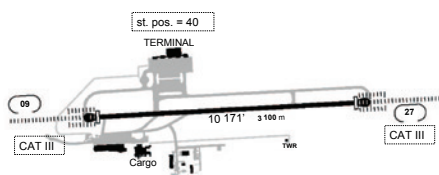
7. Schemat operacyjny portu lotniczego Drezno [opracowanie własne]

UK - SOUTHAMPTON INTL EGH / SOU



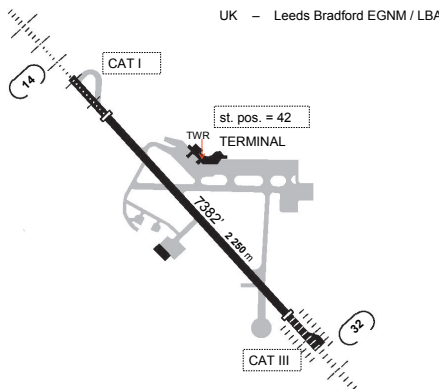
8. Schemat operacyjny portu lotniczego Southampton [opracowanie własne]

DENMARK - Billund EKBI / BLL



9. Schemat operacyjny portu lotniczego Billund [opracowanie własne]

UK - Leeds Bradford EGNM / LBA



10. Schemat operacyjny portu lotniczego Leeds Bradford [opracowanie własne]

4. Podsumowanie

Badania przeprowadzono dla dużej grupy obejmującej ponad 40% portów lotniczych Europy. Przykładowe zestawienie parametrów 8 wybranych portów lotniczych grupy C przedstawiono w tabelach 3-9. Otrzymane wyniki analiz nie są jednoznaczne. Analiza portów lotniczych w Europie wykazuje dużą różnorodność przyjętych rozwiązań infrastrukturalnych. Zasadniczo z analiz wynika zwiększenie liczby spełnionych kryteriów środowiskowych ze wzrostem wielkości obsługiwanej aglomeracji. Jest to jednak oczywiste.

Niestety wyniki przeprowadzonych analiz infrastruktury europejskich portów lot-

Tabela 3. Tabela oceny środowiskowej wybranych portów grupy C

LP	port	kraj	kod IATA/ICAO	mapa hałasowa	procedury antyhałas	procedury specjalne	porty grupy C środowisko		
							przerwa nocna	kategoria pożarowa	ocena środow.
1	A CORUNA	Spain	LCG/LECO	NIE	NIE	TAK	NIE		2
3	MALMO	SWEDEN	MMX/ESMS	NIE	NIE	TAK	NIE	7	2
4	SALZBURG	AUSTRIA	SZG/LOWS	NIE	TAK częściowo	TAK	TAK	9	4,5
5	MURCIA San Javier	Spain	MJV/LELC	NIE	NIE	TAK	NIE	7	2
6	DREZNO	GERMANY	DRS/EDDS	TAK	TAK	TAK	TAK	8	10
7	SOUTHAMPTON	UK	SOU/EGHI	NIE	TAK	TAK	NIE	6	5
10	BILLUND	Dania	BLL/EKBI	NIE	TAK	TAK	TAK	7	6
12	LEEDS Bradford	UK	LBA/EGNM	NIE	TAK	TAK	TAK	7	6

Tabela 4. Tabela oceny obsługi operacji lotniczych (airside) w wybranych portach grupy C

LP	port	liczba DS lds/ Di	układ oper.DS /CA	kier. RWY	dl. DS [m]	TODA [m]	TORA [m]	LDA [m]	dDS	kds	CAT	porty lotnicze gr. C airside									
												dz	dż	dks	oper. lotnis.	stan. post.	ocena operac	airside smo			
1	A CORUNA	1	1p-b		22 1938	2088			1,9	II	2	1	0	0	0	8	0,7	0,71			
3	MALMO	1	1z-b		17 2800	3101			2,8	II	2	2	0	2	3	27	1,5	1,61			
4	SALZBURG	1	1z-b		16 2750	2811	2551		2,8	II	2	2	0	1	2	97	1,4	2,67			
5	MURCIA San Javier	1	1z-b		05 2300	2561			2,3	I	2	2	0	3	4	15	1,5	1,22			
6	DREZNO	1	1z-b		22 2911	2551			2,9	IIIA	3	2	0	2	3	23	2,1	2,09			
7	SOUTHAMPTON	1	1p-c		20 1805	1650	1605		1,8	I	1	1	0	0	0	12	0,1	0,25			
10	BILLUND	1	1z-b		09 3100	2951			3,1	IIIA	3	2	0	3	4	40	2,3	2,43			
12	LEEDS Bradford	1	1p-c		32 2250	2390	2191	1916	2,3	IIIA	3	1	0	1	1	42	1,5	1,91			

Tabela 5. Tabela oceny obsługi pasażerów (landside) w wybranych portach grupy C

LP	port	kraj	kod IATA/ICAO	check-in	porty grupy C landside			
					stanowiska kontaktowe	stanowiska oddalone	terminale	ocena landside
1	A CORUNA	SPAIN	LCG/LECO	59	2	6	1	5
3	MALMO	SWEDEN	MMX/ESMS	15	10	17	1	3
4	SALZBURG	AUSTRIA	SZG/LOWS		20	77	2	3
5	MURCIA San Javier	SPAIN	MJV/LELC	18	0	15	1	0
6	DREZNO	GERMANY	DRS/EDDS	24	6	17	1	4
7	SOUTHAMPTON	UK	SOU/EGHI	58	0	12	1	2
10	BILLUND	DENMARK	BLL/EKBI		10	30	1	1
12	LEEDS Bradford	UK	LBA/EGNM		2	40	3	1

Tabela 6. Tabela oceny aglomeracji wybranych portów grupy C

LP	port	kraj	kod IATA/ICAO	aglomeracja	porty grupy C aglomerac			
					ludność w mieście [mln]	ludność w aglom. [mln]	młodzież akad. [tys]	aglomer. wskaźnik
1	A CORUNA	SPAIN	LCG/LECO	A Coruna	0,24	0,49	10	0,5
3	MALMO	SWEDEN	MMX/ESMS	Malmo	0,29	0,59	15	0,6
4	SALZBURG	AUSTRIA	SZG/LOWS	Salzburg	0,15	0,21	60	0,4
5	MURCIA San Javier	SPAIN	MJV/LELC	Murcia	0,43	0,52	10	0,6
6	DREZNO	GER	DRS/EDDS	Drezno	0,51	0,91	10	0,9
7	SOUTHAMPTON	UK	SOU/EGHI	Southampton	0,23	0,30	50	0,5
10	BILLUND	DENMARK	BLL/EKBI	Vejle	0,01	1,20	30	1,3
12	LEEDS Bradford	UK	LBA/EGNM	Leeds	0,08	1,02	60	1,2

Tabela 7. Tabela oceny skomunikowania z aglomeracją wybranych portów grupy C

LP	port	kod IATA/ICAO	porty grupy C skomunikowanie						ocena skomunik			
			kolej	metro	tramwaj	autobus miejski	autobus specjalny	miejsca parking.		czas dojazdu do portu (min)	odległość od centrum (km)	odległość od innych AP (km)
1	A CORUNA	LCG/LECO	NIE	NIE	NIE	TAK	NIE	2200	25min	8	54,71	6
3	MALMO	MMX/ESMS	TAK	NIE	NIE	TAK	TAK	4200	30min	30	23	4
4	SALZBURG	SZG/LOWS	TAK	NIE	NIE	TAK	TAK	3800	10min	82,6	82,6	3
5	MURCIA San Javier	MJV/LELC	NIE	NIE	NIE	TAK	NIE	1100	40min	48	67,58	3
6	DREZNO	DRS/EDDS	TAK	NIE	NIE	TAK	TAK	3000	20-25min	9	112	6
7	SOUTHAMPTON	SOU/EGHI	TAK	NIE	NIE	TAK	TAK		4min	5	23	6
10	BILLUND	BLL/EKBI	TAK	NIE	NIE	TAK	TAK		5-10min	3	63	6
12	LEEDS Bradford	LBA/EGNM	TAK	NIE	NIE	TAK	NIE		20min	11	39	5

Tabela 8. Tabela zagregowanej oceny infrastruktury wybranych portów grupy C

LP	port	kod IATA/ICAO	ruch lotniczy	śr.ow.	ocena operac.	ocena airside	landside	aglomer.	porty grupy C ocena zagregowana			
									rl / mln mieszk	skomunik	ocena zagreg.	zagreg z smo
1	A CORUNA	LCG/LECO	1,1	2	0,7	0,7	5	0,5	2,2	6	1,9	2,4
3	MALMO	MMX/ESMS	1,6	2	1,5	1,6	3	0,6	2,5	4	1,4	2,8
4	SALZBURG	SZG/LOWS	1,6	4,5	1,4	2,7	3	0,2	7,4	3	1,4	3,8
5	MURCIA San Javier	MJV/LELC	1,6	2	1,5	1,2	0	0,6	2,9	3	0,6	1,6
6	DREZNO	DRS/EDDS	1,7	10	2,1	2,1	4	0,9	1,8	6	3,0	4,8
7	SOUTHAMPTON	SOU/EGHI	1,8	5	0,1	0,2	2	0,3	5,9	6	1,5	1,5
10	BILLUND	BLL/EKBI	2,3	6	2,3	2,4	1	1,2	2,0	6	2,1	4,2
12	LEEDS Bradford	LBA/EGNM	2,6	6	1,5	1,9	1	1,2	2,1	5	1,6	3,3

Tabela 9. Odległość portu lotniczego od centrum aglomeracji w UE

wielkość portu	A	B	C	D	D2
odległość min [km]	5	2	1	4	5
odległość średnia [km]	24,8	12,2	18,9	30,2	13,9
odległość max [km]	98	48	100	99	22

niczych nie są optymistyczne. Występuje duża różnorodność zrealizowanych infrastruktur operacyjnych i środowiskowych portów. Wyraźnie widać przeinwestowanie infrastruktury operacyjnej w portach lotniczych Niemiec i dużych portach lotniczych Francji. Na tle pozostałych krajów europejskich wyraźnie niedoinwestowaną infrastrukturę operacyjną mają porty lotnicze Wielkiej Brytanii. Wpływa to znacząco na uzyskane wyniki modelowe. Przykładowo port grupy C najlepiej oceniony posiada minimum 11 dróg szybkiego zjazdu i 2 drogi zjazdowe na obu końcach drogi startowej. W porcie takim wdrożone są dodatkowo procedury antyhałasowe, infrastruktura *landside* to 30-50 stanowisk check-in, ~30 stanowisk postojowych (ponad 5 stanowisk kontaktowych), port skomunikowany jest z aglomeracją transportem szynowym.

Podejmowane ciągle dyskusje o najlepszym oddaleniu portu lotniczego od aglomeracji wskazują, iż opinie w tej sprawie są podzielone. Z analizy autora wynika że średnie odległości pomiędzy portem lotniczym a centrum aglomeracji wynoszą 12 – 30 km. Nie widać wyraźnej zależności pomiędzy wielkością ruchu lotniczego, a odległością od centrum aglomeracji (tab. 9).

Przeprowadzone analizy wskazują, że wzajemne współlistnienie portu lotniczego i aglomeracji jest zagadnieniem skomplikowanym, wymagającym dobrej woli obu stron. Czynniki determinujące konieczność wzajemnego współdziałania to głównie problemy związane z ochroną środowiska. ◀

Materiały źródłowe

- [1] ICAO Doc 8168 - OPS/611, Procedures for Air Traffic Services - Aircraft Operations, Montreal 2003.
- [2] Kasprzak T. (red.), Systemy wspomaganie decyzji wielokryterialnych, Wyd. UW, Warszawa 1992.
- [3] Malarski M., Inżynieria ruchu lotniczego, OW PW, Warszawa 2006.
- [4] Malarski M., Modelowanie i analiza przepustowości lotniczej portu lotniczego, OWPW, PN Transport, z.71, str. 151-172, Warszawa 2009.
- [5] Malarski M., Szterk D., Analiza infrastruktury nawigacyjnej i procedur środowiskowych europejskich portów lotniczych, OWPW, PN Transport, z.80, str. 75-94, Warszawa 2011.
- [6] Piasecki S.: Teoria organizacji. Procedury projektowania, IBS PAN, Warszawa 1997.
- [7] Szterk D.: Dobór infrastruktury portu lotniczego do obsługi aglomeracji miejskiej w warunkach europejskich, rozprawa doktorska pod kierunkiem autora, 2014.