



**Politechnika Krakowska**  
**im. Tadeusza Kościuszki**

**Wydział Inżynierii Lądowej**  
**Szkoła Doktorska Politechniki Krakowskiej**

# Antycypacja obsługi portów lotniczych kolejną. Lotnisko Balice obecnie.

mgr inż. **Wojciech Sawicki**

**Promotor:** Prof. Dr Hab. Inż. Andrzej Szarata  
Promotor Pomocniczy: Dr inż. Marek Bauer

## Analiza Podziału zadań przewozowych w obsłudze portów lotniczych

ISTNIEJE MAŁO AKTUALNYCH ANALIZ PODZIAŁU ZADAŃ PRZEWOZOWYCH W OBSŁUDZE PORTÓW LOTNICZYCH.

AUTORZY BADAŃ OKREŚLAJĄ ROSNĄCY UDZIAŁ TRANSPORTU KOLEJOWEGO W OBSŁUDZE PORTÓW LOTNICZYCH. TRANSPORT KOLEJOWY CHARAKTERYZUJE SIĘ NA OGÓŁ WYSOKIMI KOSZTAMI STAŁYMI, CO DOWODZI ZASADNOŚĆ PROWADZENIA ANALIZ A TAKŻE WYKORZYSTANIA STATYSTYK JUŻ NA ETAPIE PROJEKTOWANIA.

DOBRY DOJAZD DO LOKALNEGO LOTNISKA TO RÓWNIEŻ KLUCZOWY ELEMENT STRATEGII MARKETINGOWEJ MIASTA, KTÓRY JEST ŁATWIEJ WYGENEROWAĆ JEŚLI MIASTO JEST DOBRZE SKOMUNIKOWANE.

PRZEPROWADZONA ANALIZA LITERATURY - WYKAZAŁA BRAK TEGO TYPU PROWADZONYCH ANALIZ O ZASIĘGU GLOBALNYM

# Natężenie Pasażerskie

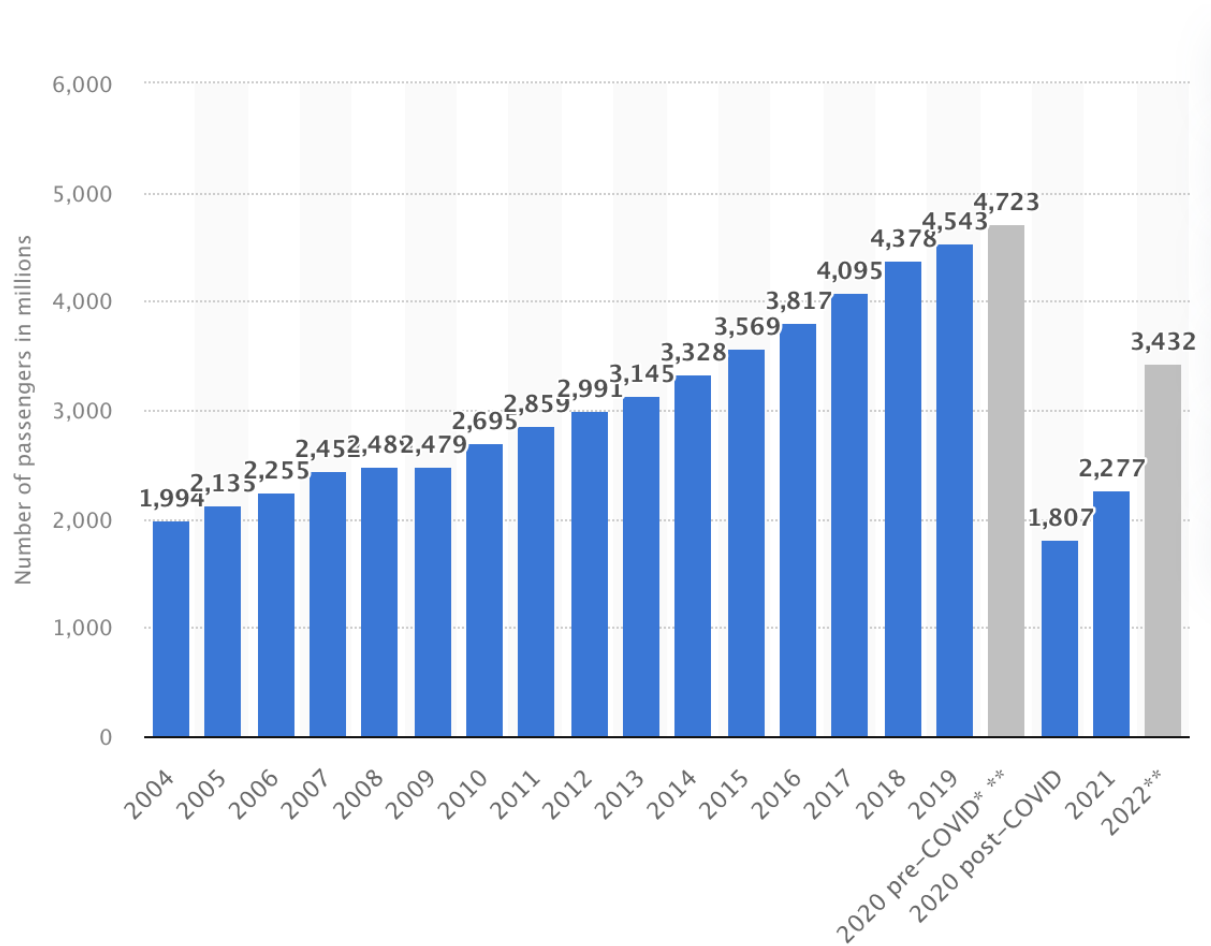
WSZYSTKIE LOTNISKA, ZARÓWNO W POLSCE, EUROPIE JAK I NA CAŁYM ŚWIECIE, OBSERWUJĄ ZNACZĄCY WZROST ZAINTERESOWANIA PASAŻERSKIMI POŁĄCZENIAMI LOTNICZYMI.

DETERMINUJE TO BEZUSTANNĄ POTRZEBĘ ZWIĘKSZANIA PRZEPUSTOWOŚCI – NIE TYLKO LOTNISK, ALE RÓWNIEŻ INFRASTRUKTURY, KTÓRA UMOŻLIWIA PASAŻEROM OSIĄGNIĘCIE CELU JAKIM JEST LOTNISKO.

ŁATWO ZAUWAŻYĆ TREND WSKAZUJĄCY NA CORAZ CZĘSTSZE PODRÓŻE PASAŻERSKIE PRZY WYKORZYSTANIU TRANSPORTU LOTNICZEGO.

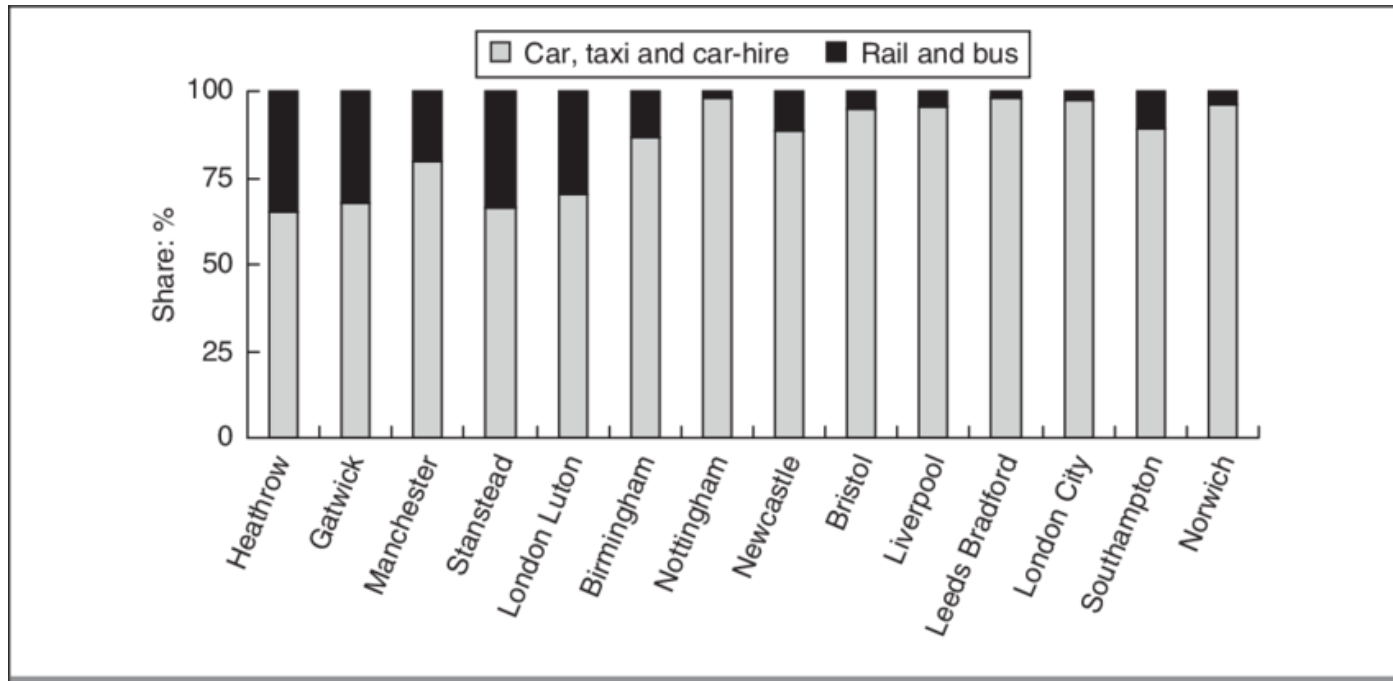
ZE WZGLĘDU NA SYTUACJE GOSPODARCZĄ, EPIDEMIĘ, WOJNĘ NA UKRAINIE, NALEŻY OBSERWOWAĆ TRENDY, A TAKŻE DOKONYWAĆ AKTUALNYCH ODCZYTÓW DANYCH STATYSTYCZNYCH

## Liczba pasażerów rejsowych na pokładach światowych linii lotniczych w latach 2004-2022



Airport	Means of transport (%)					Data obtained in	Source
	Car	Taxi	Bus	Rail	Other		
European average	66	–	–	–	34	.	Budd <i>et al.</i> 2011 after Reynolds–Feighan, Button, 1999
German average	70	12	1	15	1	.	Valentinelli <i>et al.</i> 2004
Regional average	99	–	–	–	1	.	Budd <i>et al.</i> 2011 after Reynolds–Feighan, Button, 1999
Amsterdam	45	18	4	33	–	2005	Kazda, Caves 2007
Berlin-Tegel	34	45	17	–	–	1995	Niblett 1996
Birmingham	65	15	7	11	1.9	2006	www.birminghamairport.co.uk
Bristol	92		5		.	2003	Humphreys <i>et al.</i> 2005
Brussels	54	20	10	16	–	1996	Fisher, Coogan 2000
Cologne/Bonn	64	22	11	–	–	1995	Niblett 1996
Copenhagen	26	33	4	37	–	2005	Kazda, Caves 2007
Cork	76	11	11	–	2	2008	www.corkcoco.ie
Dublin	40	22	32	–	5	2010	www.dublinairport.com
Düsseldorf	65	19	2	14	–	1995	Niblett 1996
Frankfurt am Main	56	12	3	29	–	1995	
Geneva	33	22	10	35	–	1996	Fisher, Coogan 2000
Hamburg	52	36	8	–	–	1995	Niblett 1996
Hong Kong	7	13	47	23	9	.	Tam <i>et al.</i> 2005
Kunming (new)	20	22	9	48	–	.	Shi, Ying 2008
Kunming (old)	25	47	27	–	–	.	
Leeds Bradford	98	–	2	–	–	2003	Humphreys <i>et al.</i> 2005
Liverpool	95	–	4	–	–	2003	

## Podział zadań przewozowych w dojazdach do portów lotniczych w wielkiej brytanii (2009)



## Aktualne i prognozowane dane dotyczące podziału zadań przewozowych dla lotniska GATWICK (Londyn)

Year	2011		2030		2050	
Summary	Current situation (Table 2)		Set target as 60 million passengers – fix 2011 numbers & new passengers all rail travel (5)		Set target as 87 million passengers – fix 2011 numbers & new passengers all rail travel (5)	
	Number	%	Number	%	Number	%
1 Private car	14,107,752	42.4	14,107,752	23.5	14,107,752	16.2
2 Car rental	598,914	1.8	598,914	1.0	598,914	0.7
3 Taxi/Minicab	4,425,309	13.3	4,425,309	7.4	4,425,309	5.1
4 Bus/Coach	2,229,291	6.7	2,229,291	3.7	2,229,291	2.6
5 Rail	11,811,915	35.5	38,538,915	64.2	65,538,915	75.3
6 Other	99,819	0.3	99,819	0.2	99,819	0.1
<b>Total</b>	<b>33,273,000</b>	<b>100</b>	<b>60,000,000</b>	<b>100</b>	<b>87,000,000</b>	<b>100</b>
Total public transport (categories 4 & 5)	14,041,206	42.2%	40,768,206	67.9%	67,768,206	77.9%

## Aktualne i prognozowane dane dotyczące podziału zadań przewozowych dla lotniska HEATHROW (LONDYN)

Year	2013 (shown in Table 3)			2030		2040	
	Number	%		Number	%	Number	%
1 Private car	11,681,167	26.3	1 Kiss & fly	11,100,000	17.1	12,900,000	15.3
2 Hire car	1,421,283	3.2	2 Park & fly	6,100,000	9.4	7,600,000	9.0
3 Taxi / Minicab	13,058,034	29.4	3 Taxi	13,700,000	21.1	14,800,000	17.6
4 Bus / Coach	5,596,300	12.6	4 Bus / Coach	8,500,000	16.8	14,500,000	17.3
5 London	8,127,960	18.3	5 London	6,700,000	10.4	9,000,000	10.7
6 Rail	4,441,508	10.0	6 Rail	16,500,000	25.5	25,300,000	30.0
7 Other	133,245	0.3					
Total (non-transfer passengers)	44,415,082	100	Total (non-transfer passengers)	62,600,000	100	84,100,000	100
Total car (1-2)	13,102,450	29.5	Total car (1-2)	17,200,000	26.5	20,500,000	24.3
Total public transport (categories 4-6)	18,165,769	40.9	Total public transport (categories 4-6)	31,700,000	52.7	48,800,000	58.0

**Note:** Percentages have been rounded to 100

**Source:** Heathrow Airport Limited



# Czynniki wpływu na wybór środka transportu

- Harvey opracował wielomianowe modele logitowe w celu zbadania zachowania pasażerów lotniczych w rejonie zatoki San Francisco. Na podstawie wyników określono, że **czas podróży i koszty podróży** mają istotny wpływ na wybór sposobu dostępu do lotniska. (G. Harvey. "Study of airport access mode choice", Journal of Transportation Engineering – ASCE. 1986
- Pels rozszerzył badania, a także zasugerował dwupoziomowy model logitowy - SFO, SJC oraz OAK, gdzie wyniki pokazały, że **koszt podróży ma wpływ na podróże rekreacyjne, podczas gdy w podróżach służbowych ważniejszy jest czas podróży**. (E. Pels, P. Nijkamp, and P. Rietveld. "Access to Airports: A Case Study for the San Francisco Bay Area". Paper presented at the 38th Congress of the European Regional Science Association, Vienna, Austria, 1998. <http://www.ersa.org/ersaconfs/ersa98/papers/199.pdf> )
- Tam w 2005 roku podczas badań międzynarodowego lotniska w Hong Kongu dotyczącego podziału zadań przewozowych, określił dodatkowe parametry takie jak: **poziom usług każdego środka transportu( czas i punktualność podróży), płeć, wiek, poziom wykształcenia, częstotliwość wizyt na lotnisku, a także koszt podróży**. - M.L. Tam, M.L. Tam, and W.H.K. Lam. "Analysis of airport access mode choice: A case study in Hong Kong", Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. 2005.

# Wnioski z przeglądu literatury

NA WYBÓR ŚRODKA TRANSPORTU DO PORTU LOTNICZEGO MAJĄ WPŁYW CECHY PODRÓŻNYCH, SPECYFIKA TRANSPORTU, A TAKŻE CECHY POSZCZEGÓLNYCH ŚRODKÓW TRANSPORTOWYCH.

W PROCESIE PLANOWANIA ROZBUDOWY / BUDOWY LOTNISKA, WAŻNYM ELEMENTEM JEST CHARAKTERYSTYKA PRZYSZŁYCH UŻYTKOWNIKÓW.

MODELOWANIE PODZIAŁU ZADAŃ PRZEWOZOWYCH POWINNO UWZGLĘDNIĄĆ WSZYSTKIE CECHY DETERMINUJĄCE WYBÓR ŚRODKA TRANSPORTU.

STOSOWANE SĄ MODELE PODZIAŁU ZADAŃ PRZEWOZOWYCH BAZUJĄCE NA MODELACH REGIONALNYCH, NIEUWZGLĘDNIAJĄCE WSZYSTKICH LOKALNYCH UWARUNKOWAŃ (ZWIĄZANYCH Z PODRÓŻAMI LOTNICZYMI).



## Zaplanowane badania określające czynniki wpływu w ramach realizowanej pracy doktorskiej

### BADANIE ANKIETOWE MAJĄCE NA CELU OKREŚLENIE WAG CZYNNIKÓW WPŁYWU.

W PYTANIU NR 5 - RESPONDENT MA ODPOWIEDZIEĆ W JAKIM MIEŚCIE MIESZKA ORAZ PRZY JAKIEJ ULICY, BY MOŻNA BYŁO PO UZYSKANIU ODPOWIEDZI OKREŚLIĆ CO BYŁO FAKTYCZNYM CZYNNIKIEM WPŁYWU NA DECYZJE CO DO WYBORU ŚRODKA TRANSPORTU.

1. Proszę zaznaczyć swoją płeć: - Kobieta - Mężczyzna
2. Grupa Wiekowa - Poniżej 26 lat  
- 26-35 lat - 36-45 lat  
- 46-55 lat  
- 56-65  
- Powyżej 65 lat
3. Jak dojechali Państwo na lotnisko  
- samochód osobisty + parking:  
- pociąg  
- taksówka  
\*- czy posiada Pan/Pani wiedzę na temat alternatywnych środków transportu \* - dlaczego akurat samochód? .....
4. Czym się kierował Pan/Pani przy wyborze środka transportu na lotnisko - Koszt  
- Czas
5. W jakim mieście Pan/Pani mieszka:  
Miasto:  
Ulica:
6. Jak często podróżuje Pani/Pan samolotem: co miesiąc  
1 raz w roku  
2 razy w roku  
3 razy w roku
7. Jak ocenia Pani/Pan dostęp do kolei ( 1-5 )
8. Jak ocenia Pani/Pan dostępność parkingów wokół lotniska (1-5 )
9. Jaka jest długość podróży  
krótkoterminowo (do 7 dni) długoterminowo (powyżej 7 dni)
10. Jaki jest cel podróży Prywatna  
Służbowa
11. Czy posiada Pan/Pani dostęp do samochodu osobowego: Tak  
Nie
12. Jak oceniacie Państwo łatwość dojazdu na lotnisko (0-5)

# Koszt uogólniony - jako parametr użyteczności

Aby można było wykorzystać funkcje kosztu uogólnionego podróży w modelowaniu podziału zadań

Uciążliwość czasu uwzględnia określenie rzeczywistego czasu podróży przez użytkownika z wykorz

Łańcuchy przedstawiają podróż w jedną stronę, ze względu na analogiczną drogę powrotną.

START -> Czas dojścia -> **Miejsce Garażowania Samochodu** -> Czas jazdy -> **Parking** -> Czas Dojścia -> **TERMINAL**

START -> Czas oczekiwania na taksówkę -> **Taxi** -> Czas Jazdy -> **TERMINAL**

START -> czas dojścia do stacji kolei + czas oczekiwania -> **Kolej** - czas jazdy pociągiem -> czas dojścia -> **TERMINAL**

# Koszt uogólniony - jako parametr użyteczności

## Samochód:

$$K_{jso} = K_{eL} + K_p + U_{so}$$

$K_{jso}$  - uogólniony koszt podróży odbywanej samochodem osobowym [zł];

$K_e$  - wskaźnik kosztów eksploatacyjnych pojazdu [zł/km];

$L$  – długość trasy przejazdu między źródłem a celem podróży [km];

$K_p$ - koszt parkingu [zł].

$U_{so}$  - kosztowy ekwiwalent uciążliwości czasu jazdy samochodem osobowym.

## Kolej:

$$K_{jk} = K_b + U_k$$

$K_{jkz}$  - uogólniony koszt podróży koleją [zł];

$K_b$  - koszt biletu l [zł];

$U_k$  - kosztowy ekwiwalent uciążliwości podróży koleją [zł]

## Taxi:

$$K_{jt} = K_{pt} + U_t$$

$K_{jt}$  - uogólniony koszt podróży taksówką [zł];

$K_{pt}$  - koszt przejazdu taksówką [zł];

$U_t$  - kosztowy ekwiwalent uciążliwości podróży taksówką [zł]

$U_{so}, U_k, U_t$  – jest sumą czasów podróży o określonej wartości, gdzie każdy, z poszczególnych parametrów podróży będzie klasyfikowany według wag uzyskanych w **badaniach ankietowych** z uwzględnieniem względnej uciążliwości poszczególnych etapów pokonywanych przez użytkownika pomiędzy źródłem i celem podróży.

# Kraków - Port Lotniczy Balice

## Szybka Kolej Aglomeracyjna (SKA)

Szybka Kolej Aglomeracyjna (SKA) to przedsięwzięcie organizacyjno-techniczne polegające na uruchomieniu szynowego systemu transportowego na terenie województwa z wykorzystaniem istniejącej sieci kolejowej. Obecnie funkcjonują trzy linie SKA:

- SKA1: Kraków Lotnisko – Kraków Główny – Wieliczka Rynek-Kopalnia;
- SKA2: Sędziszów – Kraków Główny – Podbory Skawińskie;
- SKA3: Oświęcim– Kraków Główny – Tarnów.

Najszybciej z Lotniska do centrum **Krakowa** dojedziemy pociągiem. Czas przejazdu wynosi około 17 minut, pociągi obecnie

Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków-Balice oddalony jest od centrum Krakowa o **11 kilometrów** w mie

Z Dworca Głównego w Krakowie zwykle **odjeżdża** z peronu 3 (przy wejściu na peron ikonka samolotu).

Bilety możemy kupić u konduktora lub w znajdującym się w **pociągu** automacie (możliwość zapłaty kartą) lub w kasie na dw

# Wnioski na przykładzie Portu Lotniczego Balice

ZE WZGLĘDU NA DYNAMICZNY WZROST R/R - LOTNICZEJ OBSŁUGI PASAŻERSKIEJ, OGRANICZONE MOŻLIWOŚCI ROZBUDOWY, JAK RÓWNIEŻ TWORZENIA DODATKOWYCH PARKINGÓW W REJONIE LOTNISK, A TAKŻE NA ROSNĄCY KOSZT FINANSOWY PODRÓŻY TAKSÓWKĄ Z LOTNISKA DO CENTRUM KRAKOWA ( OKOŁO 90 ZŁ ) MOŻNA PRZEWIDYWAĆ, ŻE TRANSPORT Z WYKORZYSTANIEM KOLEI BĘDZIE NAJATRAKCYJNIEJSZĄ FORMĄ DOJAZDU.

MOŻNA ZAUWAŻYĆ ANALOGIE PRZYJMOWANYCH ZAŁOŻEŃ - CO DO ROZWIĄZAŃ I KIERUNKU ROZWOJU OBSŁUGI KOLEJOWEJ LOTNISK NA ŚWIECIE.

DOJAZD Z WYKORZYSTANIEM SKM, JEST RÓWNIEŻ NAJSZYBSZĄ FORMĄ DOJAZDU JEŚLI ZA PUNKT STARTOWY PRZYJMIEMY CENTRUM MIASTA.



**Politechnika Krakowska**  
**im. Tadeusza Kościuszki**

**Wydział Inżynierii Lądowej**  
**Szkoła Doktorska Politechniki Krakowskiej**

**Dziękuję za uwagę.**