

**ALEKSANDRA CIASTOŃ-CIULKIN**  
dr inż., Politechnika Krakowska,  
Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut  
Zarządzania w Budownictwie  
i Transporcie, Zakład Transportu,  
aciaston-ciulkin@pk.edu.pl

# Analiza poziomu komfortu podróży w pociągach aglomeracyjnych na trasie Kraków Lotnisko/Airport– –Wieliczka Rynek Kopalnia<sup>1</sup>

**Streszczenie:** Artykuł przedstawia analizę poziomu komfortu podróży w pociągach obsługujących połączenie kolejowe Kraków Lotnisko/Airport–Wieliczka Rynek Kopalnia. Analizę tę przeprowadzono w oparciu o stopień wykorzystania miejsc w pojeździe oraz współczynniki uciążliwości jazdy określające, ile razy zaobserwowana podróż pociągiem jest bardziej uciążliwa od nieskrępowanej podróży w warunkach małego zapelnienia ( $0,5 \text{ os./m}^3$ ). Przeprowadzona analiza obejmuje wszystkie kursy realizowane na przedmiotowej trasie w dniu roboczym w obu kierunkach. Dla każdej wielkości współczynników przypisano odpowiednią ocenę komfortu podróży w każdym kursie oraz na każdym odcinku trasy.

**Słowa kluczowe:** kolej aglomeracyjna, transport publiczny, komfort podróży, kryteria jakościowe.

## Wprowadzenie

Zakres elementów składowych jakości usług transportu publicznego jest bardzo szeroki i w zasadzie powiększa się wraz z rozwojem społeczno-gospodarczym. W znacznej mierze zależą one od aktualnie doświadczanych warunków przewozowych, statusu motoryzacyjnego podróżnego, poziomu i stylu życia podróżujących, a ich wartościowanie jest indywidualną kwestią każdego usługobiorcy. Wśród podstawowych cech jakości usług przewozowych niejednokrotnie wskazuje się dostępność usług, czas i koszt podróży oraz bezpieczeństwo [1]. Coraz częściej, jako jedną z podstawowych cech jakości usług przewozowych, definiuje się również komfort podróży, wygodę podróży lub warunki jazdy. Początkowo cecha ta wymieniana była obok wielu innych, jednak podniesienie jej znaczenia wynika z rosnących oczekiwań pasażerów w tym zakresie i znajduje odzwierciedlenie w zgłaszanych postulatach przewozowych, w szczególności przez użytkowników transportu indywidualnego [2].

## Komfort podróży jako element składowy jakości usług przewozowych

W literaturze przedmiotu spotkać się można z różnymi rozwinięciami pojęcia komfort podróży. W opublikowanej w 1995 roku Zielonej Księdze zatytułowanej *Sieć obywatelska. Wykorzystanie potencjału transportu publicznego w Europie* [3], komfort podróży był jednym z wielu elementów budujących tzw. użyteczność podróży, która oprócz dostępności, taryfy biletowej, bezpieczeństwa oraz wpływu na śro-

dowisko wpływa na transport publiczny wysokiej jakości. Do pozostałych elementów wpływających na użyteczność podróży, poza komfortem podróży, zaliczono wówczas czas przejazdu, niezawodność, częstotliwość, czystość, informację, zintegrowaną taryfę biletową.

W zaproponowanym przez zespół O. Wyszomirskiego zestawie cech jakości usług przewozowych jednym z czterech głównych elementów zestawu jest wygoda podróży, definiowana jako zestaw wielu czynników mających znaczenie w całym procesie podróży. O. Wyszomirski wygodę podróży zdefiniował blisko dwudziestoma czynnikami, które można przydzielić do czterech tematycznych, związanych z:

- dostępną ofertą biletową wyrażającą się prostotą systemu taryfowego oraz swobodą zakupu biletu;
- systemem informacji o trasach i rozkładach jazdy przedstawionym w sposób jasny i zrozumiały, czytelnym sposobem prezentowania rozkładu jazdy i oznakowania pojazdów, przystanków i kierunków;
- ergonomią określaną przez estetykę i oświetlenie wiat przystankowych, oświetlenie i klimatyzację, wystrój wnętrza, a przede wszystkim przez łatwość przemieszczania się (rozmiszczenie drzwi i siedzeń, swoboda dojścia do przystanku, łatwość wsiadania i wysiadania, dostępność do kasowników), miejsce na bagaż;
- komfortem jazdy (płynność i cichość) i kulturą obsługi personelu [4].

W ujęciu definicyjnym [5] wygoda podróżowania rozumiana jest jako zespół elementów determinujących warunki oczekiwania na przystanku i przebywania w pojeździe. Proponowany przez ten sam zespół sposób określania jej spełnienia obejmuje pożądane warunki oczekiwania, minimalny standard przystanku, pożądane warunki jazdy, minimalny standard jazdy.

Podobny zakres składowych elementów podał A. Rudnicki [6] do określenia warunków podróżowania. Według autora, zasadniczym elementem cząstkowym jest bezpośrednio połączeń, ale istotną rolę odgrywają również czynniki mające wpływ na warunki dojścia i oczekiwania na przystanku, wsiadania /wysiadania i przesiadania się, a także warunki jazdy definiowane między innymi przez stopień zatłoczenia w pojeździe, liczbę miejsc siedzących, temperaturę w pojeździe czy płynność i prędkość jazdy.

<sup>1</sup> ©Transport Miejski i Regionalny, 2017.

Komfort podróży został również uwzględniony i wymieniony jako jedna z ośmiu głównych cech jakości zaprezentowanych w europejskiej normie EN 13816:2002 [7]. O poziomie jakości komfortu podróżowania, według europejskiej normy, decydować powinny takie cząstkowe cechy jakości jak: użyteczność stosowanych udogodnień, odpowiednia przestrzeń miejsc siedzących i stojących w pojazdach i na przystankach, płynny sposób prowadzenia pojazdów, ergonomiczne aspekty związane z przemieszczaniem się, sprzyjająca podróżowaniu stylistyka wyposażenia. Dodatkowo na komfort podróży wpływają także stwarzane warunki otoczenia, takie jak: odpowiednia temperatura powietrza w pojazdach, czystość w pojazdach i na przystankach, odpowiednie oświetlenie, ochrona przed hałasem, złymi warunkami atmosferycznymi czy innymi niepożądanymi zjawiskami. Nie bez znaczenia pozostaje również wprowadzanie wachlarza udogodnień uzupełniających w postaci toalet/łazienek, miejsc na bagaż i inne przedmioty łączności, dostępu do usług komercyjnych w punktach dużej wymiany pasażerów.

### Wskaźniki opisujące komfort podróży w środkach transportu publicznego [6]

Definiowane w literaturze przedmiotu cechy jakości w zakresie komfortu (wygody) podróżowania zawierają zazwyczaj dość rozbudowany zbiór cech cząstkowych, który bardzo trudno jest ująć liczbowo. Jest to zazwyczaj przyczyna braku ich uwzględniania w różnych wskaźnikach oceny jakości publicznego transportu zbiorowego. Dlatego też w grupie wskaźników opisujących komfort (wygodę) podróży najczęściej pojawiają się te, które dotyczą między innymi uciążliwości podróżowania wynikającej z ograniczonej dostępności miejsc siedzących czy wręcz stojących w pojeździe. W literaturze przedmiotu najczęściej wymieniane są współczynnik uciążliwości czasu jazdy i współczynnik uciążliwości podróżowania lub współczynnik wykorzystania miejsc w pojeździe dla różnych poziomów odniesienia w postaci standardów liczby miejsc w pojeździe.

Współczynnik uciążliwości jazdy (dyskomfortu)  $\mu_j$  określa, ile razy podróż środkiem transportu publicznego w konkretnych warunkach jest bardziej uciążliwa w porównaniu z podróżą, w czasie której pasażer siedzi, a zapelnienie miejsc stojących jest niewielkie (0,5 os./m<sup>2</sup>). Współczynnik uciążliwości jazdy (dyskomfortu)  $\mu_j$  obliczany jest ze wzoru (1):

$$\mu_j = 0,8 + 3,6 \cdot (q - 0,15)^2 \quad (1)$$

gdzie:

$\mu_j$  – współczynnik uciążliwości czasu jazdy  
 $q$  – napełnienie względne:  $0 \leq q \leq 1,3$

przy czym

$$q = \frac{N}{C_n}$$

gdzie:

- $N$  – napełnienie bezwzględne (liczba pasażerów w pojeździe)
- $C_n$  – pojemność nominalna pojazdu (przy wykorzystaniu powierzchni miejsc do stania 0,15 m<sup>2</sup>/os.).

Na podstawie obliczonej wartości współczynnika dyskomfortu  $\mu_j$  można określić jeden z sześciu poziomów komfortu jazdy pasażerów:

- Poziom komfortu A (odpowiada mu współczynnik dyskomfortu  $\mu_j = 0,8$ ) oznacza, że zajętych jest około 10–70% miejsc siedzących, każdy z pasażerów ma zagwarantowane miejsce siedzące bez wymuszonego bezpośredniego sąsiedztwa współpasażera, bez trudu można przewozić bagaże, wózki, rowery itp.
- Poziom komfortu B (odpowiada mu współczynnik dyskomfortu  $\mu_j$  do wartości 1,0) oznacza, że wszystkie lub prawie wszystkie miejsca siedzące są zajęte (70–100%), ewentualnie ma miejsce przypadek pojazdu wyludnionego (<10%), łatwo przewozi się bagaże, wózki, rowery itp.
- Poziom komfortu C (odpowiada mu współczynnik dyskomfortu  $\mu_j$  do wartości 1,4) oznacza, że niewielka liczba miejsc stojących jest zajęta, ale jest możliwość nieskrępowanego poruszania się wewnątrz pojazdu, łatwy dostęp do kasownika (do 2 os./m<sup>2</sup>).
- Poziom komfortu D (odpowiada mu współczynnik dyskomfortu  $\mu_j$  do wartości 2,1) wskazuje na niezbyt duże zatłoczenie pojazdu, wpływające na utrudnione poruszanie się wewnątrz pojazdu i problem z dostępem do kasownika (do 4 os./m<sup>2</sup>).
- Poziom komfortu E (odpowiada mu współczynnik dyskomfortu  $\mu_j$  do wartości 3,4) określa już duże zatłoczenie pojazdu powodujące bardzo utrudniony dostęp do kasownika, występują również przypadki ustępowania miejsca pasażerom wysiadającym (do 6,7 os./m<sup>2</sup>).
- Poziom komfortu F (odpowiada mu współczynnik dyskomfortu  $\mu_j$  powyżej wartości 3,4) charakteryzuje bardzo duże zatłoczenie pojazdu, w czasie którego nie jest możliwe skasowanie biletu, a jazda wiąże się z dużym wysiłkiem fizycznym pasażerów stojących wciśniętych w przestrzeń dla siedzących, występują duże trudności przy zamykaniu drzwi oraz przypadki uszkodzenia urządzenia zamykającego; zachodzi konieczność ustępowania miejsca pasażerom wysiadającym (powyżej 6,7 os./m<sup>2</sup>).

Współczynnik uciążliwości podróżowania  $K$  nie różni się znacząco od przytoczonego powyżej współczynnika dyskomfortu: określa on również, o ile razy podróż danym pojazdem jest bardziej uciążliwa od podróży w warunkach akceptowalnych. Za podróż w warunkach akceptowalnych uznaje się podróż, w czasie której pasażer siedzi w otoczeniu nienarzucającego się sąsiedztwa (tj. bezpośrednio przylegające miejsce siedzące jest wolne), a na każdy m<sup>2</sup> powierzchni do stania znajduje się 0–1 osoby. Współczynnik uciążliwości podróżowania  $K$  oblicza się ze wzoru (2):

$$K = 1 + 2,96 \cdot q^{2,5} \quad (2)$$

gdzie:

$K$  – współczynnik uciążliwości podróżowania  $K$

$q$  – napełnienie względne pojazdu, czyli stosunek liczby pasażerów znajdujących się w pojeździe do pojemności nominalnej tego pojazdu. Według wymogów europejskich za akceptowalne warunki uważa się 4–5 osób na  $m^2$  powierzchni do stania.

W przypadku współczynnika podróżowania  $K$  do opisu komfortu stosuje się czterostopniową skalę, w zależności od obliczonej wartości współczynnika:

- $1,0 \leq K < 1,2$  – ocena bardzo dobra,
- $1,2 \leq K < 1,8$  – ocena dobra,
- $1,8 \leq K < 2,6$  – ocena dostateczna,
- $\geq 2,6$  – ocena niedostateczna.

### Połączenie kolejami aglomeracyjnymi na trasie Kraków Lotnisko – Wieliczka Rynek Kopalnia

Połączenie kolejowe w relacji Wieliczka Rynek Kopalnia – Kraków Lotnisko funkcjonuje od września 2015 roku, choć wcześniej realizowane było jako dwa niezależne połączenia: Wieliczki z dworcem kolejowym oraz portu lotniczego z dworcem kolejowym w Krakowie.

Na odcinku pierwszym ruch pasażerski prowadzony był już w II połowie XIX wieku, wpływając na dynamiczny rozwój miasta Wieliczki. Po zelektryfikowaniu linii kolejowej w latach 60. na trasie Kraków – Wieliczka przewożono około 15 tysięcy osób na dobę i od 4,5 do 5 milionów rocznie. Społeczne, gospodarcze i polityczne przemiany, które od 1989 roku zachodziły w państwie, konieczność zamknięcia przystanku końcowego w Wieliczce z powodu osunięć górniczych, ograniczenie oferty kolejowej spowodował spadek popytu na przewozy kolejowe do około 1,5 tysiąca pasażerów w ciągu dnia roboczego. Istotną zmianę w wielkości ruchu kolejowego odnotowano dopiero w 2015 roku, kiedy pasażerom dostarczono atrakcyjną w stosunku do innych gałęzi transportu ofertę kolejową: duża częstotliwość, regularność i punktualność kursowania, atrakcyjne ceny biletów, nowoczesny i komfortowy tabor, integracja oferty kolejowej z innymi środkami transportu [8].

Historia połączenia kolejowego na kolejnym odcinku jest bardzo krótka. Pierwszy ruch na trasie Kraków Główny – Kraków Lotnisko został zapoczątkowany w maju 2006 roku. Połączenie powstało w oparciu o istniejącą nieelektryfikowaną, jednotorową bocznice kolejową, biegnącą na obszar lotniska. Na trasie pojawiła się wówczas tylko jedna stacja – Kraków Balice. Była ona jednak oddalona od terminala lotniczego, co wymagało uruchomienia dodatkowego, bezpłatnego połączenia autobusowego. Pomimo krótkiego czasu przejazdu (18 minut) połączenie kolejowe nie odgrywało jednak dużego znaczenia w obsłudze dojazdów do lotniska. Częste opóźnienia, zawodność taboru, wysoka cena (19 złotych) oraz brak bezpośredniości połączenia powodowały, że w ciągu statystycznego dnia podróżowało tylko 1,3 tysiąca pasażerów [9]. Rosnąca rola MPL Balice

w pasażerskiej obsłudze transportem lotniczym oraz m.in. wytyczne UE w zakresie zwiększania dostępności portów lotniczych [10] spowodowały powzięcie decyzji o znaczącej modernizacji linii (02.2014–09.2015): w pełni zelektryfikowano linię, zwiększono liczbę przystanków na trasie, zwiększono częstotliwość kursowania pociągów, zlokalizowano stację końcową w budynku zintegrowanym z terminalem lotniczym.

Od końca września 2015 roku funkcjonuje jedno połączenie kolejowe obejmujące dwa wyżej opisane odcinki. Łącznie trasa liczy 25 kilometrów i obejmuje 13 przystanków. Głównymi generatorami ruchu są przystanki końcowe (Kraków Lotnisko oraz Wieliczka Rynek Kopalnia i Wieliczka Park) i przystanek pośredni Kraków Główny (największy pasażerski węzeł transportowy w mieście). W przypadku pierwszego odcinka trasy linia kolejowa przenosi ruch głównie aglomeracyjny związany z obsługą ruchu dowozowo-odwozowego (codzienne podróże w relacji dom-praca/szkoła z Wieliczki do Krakowa). Duże znaczenie odgrywa również w obsłudze ruchu turystycznego do Kopalni Soli. Ze względu jednak na duże potoki pasażerów podróżujących do pracy i szkoły notuje się duży ruch dowozowy do Krakowa w godzinach porannych i dowozowy do Wieliczki w godzinach popołudniowych. Wyraźnie zaznaczonych szczytów komunikacyjnych nie ma natomiast na odcinku Kraków Główny–Lotnisko. Na tym drugim odcinku potoki pasażerskie generowane są głównie przez pasażerów i pracowników portu lotniczego. Duże napełnienia w pociągach skorelowane są zatem z przylotami i odlotami samolotów [11].

Czas przejazdu całej trasy wynosi średnio 44 minuty, przy czym z Krakowa Głównego do lotniska – 17 minut, a do Wieliczki – średnio 22 minuty. Pozostałe kilka minut różnicy stanowi postój pociągu na stacji Kraków Główny. Obecna oferta przewozowa obejmuje 39 połączeń w dobie realizowanych na odcinku Kraków Główny–Kraków Lotnisko/Airport i 38 połączeń w dobie realizowanych na odcinku Kraków Główny–Wieliczka Rynek Kopalnia. Połączenie kolejowe charakteryzuje się wysoką regularnością i częstotliwością kursowania – pociągi jeżdżą w równych 30-minutowych odstępach czasowych. Poza podstawowymi atrybutami oferty przewozowej, takimi jak punktualność, regularność oraz częstotliwość kursowania, na atrakcyjność oferty przewozowej wpływają również konkurencyjna oferta taryfowa, krótki czas przejazdu i bezpośredniość dojazdu do centrum miasta oraz wiele rozwiązań integrujących połączenie kolejowe z innymi środkami transportu [11].

Dostosowanie oferty przewozowej do wymagań pasażerów wiąże się z systematycznym wzrostem popytu na przewozy. Według danych z 2016 roku [12] w statystycznym dniu roboczym z połączenia kolejowego korzysta 9,8 tysiąca pasażerów, z czego  $\frac{2}{3}$  podróżuje w kierunku Wieliczki, a co trzeci korzysta z połączenia kolejowego w kierunku portu lotniczego. W porównaniu z rokiem wcześniejszym z połączenia kolejowego korzystało o 32% mniej pasażerów (6,6 tysiąca w statystycznym dniu roboczym) [13].



## Komfort podróżowania pociągami aglomeracyjnymi na trasie Kraków–Wieliczka Rynek Kopalnia

Znaczenie w kreowaniu popytu na przewozy kolejowe ma między innymi komfort podróży, zależny zarówno od jakości taboru, ale również stopnia jego wypełnienia i możliwości poruszania się wewnątrz pojazdu. Analizowane połączenie kolejowe obsługiwane jest niskopodłogowym, klimatyzowanym taborem wyposażonym w dynamiczną informację, monitoring, Wi-Fi, toaletę i windy dla niepełnosprawnych. Na trasę Kraków Lotnisko–Wieliczka Rynek Kopalnia wyjeżdżają pojazdy produkcji PESA Bydgoszcz, znane pod nazwą Acatius Plus (serii EN64, EN99) i Acatius II (EN77). Nominalna pojemność pojazdów kształtuje się pomiędzy 290 miejsc w trzyczłonowym EN64, 350 miejsc w czterozłonowym EN77, a 380 miejsc w EN99 składającym się z dwóch zespołów [12]. Średnio połowę nominalnych miejsc w pojeździe stanowią miejsca do siedzenia. Nominalna liczba miejsc w pojeździe jest przeliczana przy zachowaniu wysokich standardów – 3 osoby/m<sup>2</sup>.

Tabela 1

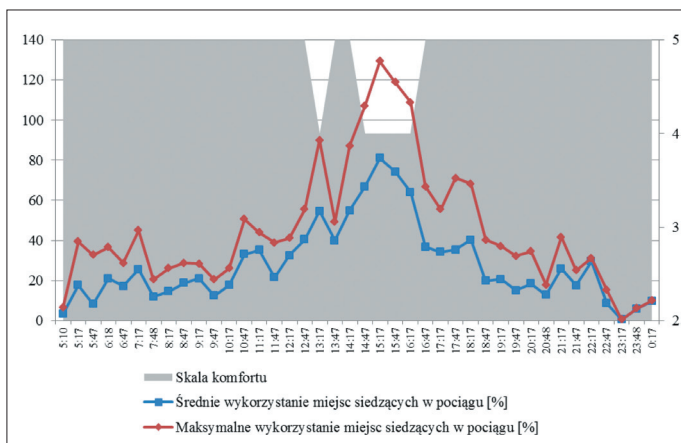
Tabor wykorzystywany w połączeniu kolejowym Wieliczka Rynek Kopalnia–Kraków Lotnisko/Airport w 2016 roku					
Lp.	Rodzaj składu	Liczba członów	Liczba par drzwi	Liczba miejsc siedzących	Ogólna liczba miejsc [3 os./m <sup>2</sup> ]
1.	1 x EN64	3	4	138	290
2.	1 x EN77	4	6	180	350
3.	2 x EN99	4	4	184	380

Źródło: Pomiar napełnienia w pociągach Kolei Małopolskich na trasie Kraków Lotnisko/Airport -Wieliczka Rynek-Kopalnia, Raport Końcowy, Kóło Naukowe Logistyki TILOG Politechnika Krakowska, Kraków 2016, s. 5

Wysoki komfort podróży na przedmiotowej trasie potwierdzają pasażerowie, którzy w badaniach sondażowych wskazują tę cechę jakości jako jeden z najbardziej istotnych czynników (zaraz po najkrótszym czasie przejazdu) mających wpływ na konkurencyjność połączenia [14]. Na wysoki poziom komfortu podróży, rozumianego jako niski stopień uciążliwości podróżowania wynikającej z ograniczonej dostępności miejsc siedzących, wskazują również badania napełnienia pociągów. Według badań przeprowadzonych w październiku 2016 roku średnie zapełnienie pociągu w kursie realizowanym w dniu roboczym wynosi 124 osoby w relacji Kraków Lotnisko/Airport i 121 osób w relacji odwrotnej.

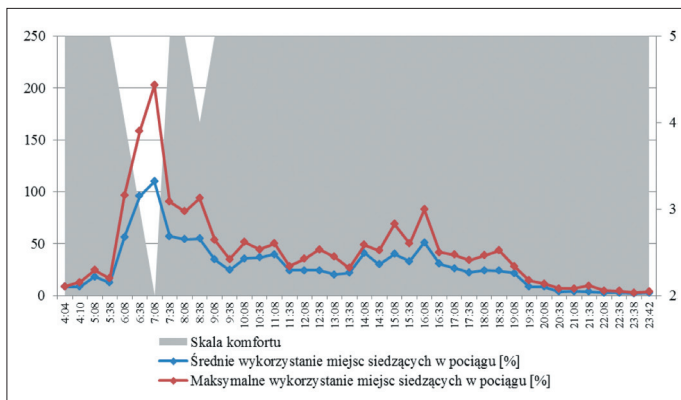
Tylko w czterech kursach realizowanych w kierunku Kraków Lotnisko/Airport i w dwóch kursach w kierunku przeciwnym wszystkie miejsca siedzące są zajęte i część pasażerów musi podróżować na stojąco. Oznacza to, iż w trakcie realizacji 92% kursów na przedmiotowej trasie pasażerowie nie mają problemu z uzyskaniem miejsca siedzącego w pociągu (rysunki 1 i 2). Zapełnienie wykraczające ponad nominalną liczbę miejsc siedzących w pociągu osiągnęte jest w kursach realizowanych z Wieliczki w czasie szczytu porannego (pomiędzy 6:30 a 7:30) i do Wieliczki w czasie szczytu popołudniowego (w godzinach 14:30–16:30).

Należy podkreślić, iż brak miejsc siedzących w godzinach szczytu nie dotyczy całej trasy przejazdu, a jedynie odcinka leżącego pomiędzy stacją Kraków Główny a stacją Wieliczka Park (rysunek 3). Zdecydowanie największe



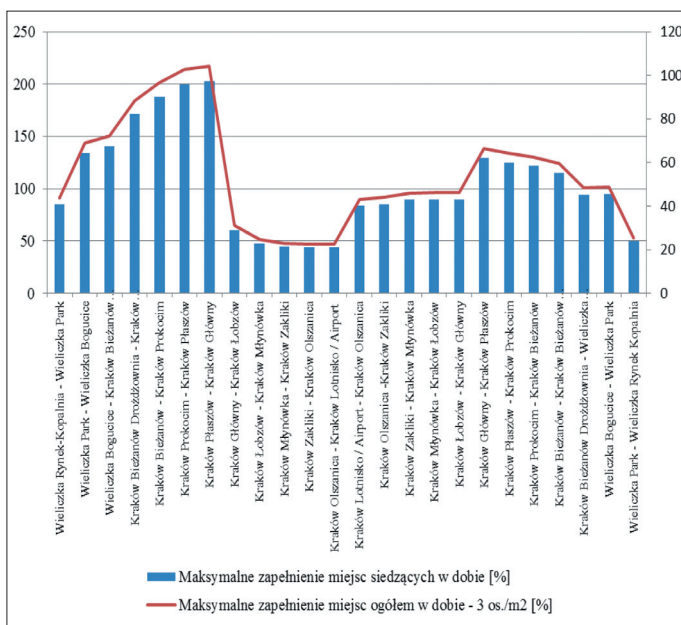
Rys. 1. Stopień zapełnienia pociągów na trasie Kraków Lotnisko/Airport–Wieliczka Rynek Kopalnia w poszczególnych kursach w dniu roboczym [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez TiLog Kóło Naukowe Politechniki Krakowskiej w 2016 roku



Rys. 2. Stopień zapełnienia pociągów na trasie Wieliczka Rynek Kopalnia–Kraków Lotnisko/Airport w poszczególnych kursach w dniu roboczym [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez TiLog Kóło Naukowe Politechniki Krakowskiej w 2016 roku



Rys. 3. Maksymalny stopień zapełnienia pociągów na poszczególnych odcinkach trasy w dniu roboczym [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez TiLog Kóło Naukowe Politechniki Krakowskiej w 2016 roku

Tabela 2

Poziom komfortu w pociągach kursujących na trasie Wieliczka rynek Kopalnia–Kraków Lotnisko/Airport w dni robocze w 2016 roku							
Kursy w godzinach	Wykorzystanie miejsc siedzących [%]		Zapełnienie pociągu – 3os./m <sup>2</sup> [%]	Współczynnik uciążliwości jazdy $\mu_j$	Poziom komfortu	Współczynnik uciążliwości podróży K	Skala komfortu
	Wartość średnia						
<b>Kierunek: Kraków Lotnisko / Airport–Wieliczka Rynek-Kopalnia</b>							
do 8:30	do 26	do 45	do 23	0,88	B	1,04	Bardzo dobra
8:30–13:00	12–40	21–55	11–27	0,87	A	1,05	Bardzo dobra
13:00–15:00	40–67	50–107	25–52	0,90	B	1,27	Dobra
15:00–15:30	81	129	67	1,06	C	1,53	Dobra
15:30–16:30	64–74	109–119	56–61	0,99	B	1,43	Dobra
16:30–19:30	do 40	do 71	do 21	0,86	A	1,12	Bardzo dobra
19:30–21:00	do 18	do 37	do 19	0,87	B	1,02	Bardzo dobra
21:00–22:30	17–30	25–42	13–21	0,88	A	1,03	Bardzo dobra
po 22:30	do 10	do 15	do 7	0,88	B	1,00	Bardzo dobra
<b>Kierunek: Wieliczka Rynek–Kopalnia–Kraków Lotnisko / Airport</b>							
do 6:00	do 18	do 24	do 13	0,88	B	1,01	Bardzo dobra
6:00–6:30	56	97	51	0,90	B	1,27	Dobra
6:30–7:00	96	158	81	1,26	C	1,88	Dostateczna
7:00–7:30	110	203	104	1,71	D	2,63	Niedostateczna
7:30–8:30	54–57	81–91	43	0,85	A	1,17	Bardzo dobra
8:30–9:00	55	81	48	0,88	B	1,24	Dobra
9:00–16:00	20–41	27–69	12–35	0,85	A	1,11	Bardzo dobra
16:00–17:00	31–51	42–83	21–44	0,86	B	1,19	Bardzo dobra
17:00–19:30	22–26	28–43	15–22	0,85	A	1,03	Bardzo dobra
po 19:30	do 8	do 14	do 7	0,88	B	1,00	Bardzo dobra

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez TiLog Koło Naukowe Politechniki Krakowskiej w 2016 roku

zatlócenie w pojazdach dotyczy kursów porannych (6:38 i 7:08) realizowanych z Wieliczki, podczas których już od stacji Wieliczka Park brakuje miejsc siedzących. W czasie tych kursów zatlócenie pociągów rośnie aż do stacji Kraków Główny, w dojeździe do której osiąga wartość będącą na poziomie nominalnej pojemności pociągu deklarowanej przez producenta. Maksymalne wykorzystanie miejsc siedzących w kursie rozpoczynającym się o godzinie 7:08 w Wieliczce wynosi 203% i przypada na odcinek trasy Kraków Płaszów–Kraków Główny (tabela 2 i rysunek 3).

Pomimo iż szczyt popołudniowy charakteryzujący się brakiem wolnych miejsc siedzących w pociągach trwa dłużej niż szczyt poranny, to stopień zatlócenia pojazdów jest mniejszy. Maksymalny stopień zatlócenia przypada na kurs rozpoczynający się o 15:17 ze stacji Kraków Lotnisko/Airport, a obserwowany jest na odcinku – podobnie jak w szczycie porannym – Kraków Główny–Kraków Płaszów (wykorzystanie miejsc siedzących – 129%). Poza tym, iż maksymalny stopień zatlócenia pociągów w szczycie popołudniowym jest mniejszy niż w szczycie porannym, to dodatkowo obserwowany jest również na krótszym odcinku trasy. Podczas gdy w szczycie porannym zapełnienie wszystkich miejsc siedzących następuje już na stacji Wieliczka Park, to w szczycie popołudniowym sytuacja taka ma miejsce wyłącznie od stacji Kraków Główny maksymalnie do stacji Kraków Bieżanów (kursy o godzinie 15:17 i 15:47).

Zaobserwowany stopień napełnienia pociągów w poszczególnych kursach jest skorelowany z poziomem kom-

fortu określonym w oparciu o otrzymane wielkości współczynnika uciążliwości podróży K i jazdy  $\mu_j$ . Pierwszy z nich obliczany jest przy założeniu 5 os./m<sup>2</sup>, a drugi – 6 os./m<sup>2</sup>. Obliczone wartości współczynników wskazują na wysoki stopień komfortu w zdecydowanej większości kursów (rysunki 4 i 5). Poza kursami odbywającymi się w godzinach szczytu porannego z Wieliczki (godz. 6:00–9:00) i w godzinach szczytu popołudniowego do Wieliczki (godz. 13:00–16:30) komfort podróży jest bardzo dobry (tabela 2). Oznacza to, iż przynajmniej w 88% kursów każdy podróżujący może liczyć na miejsce siedzące na całej trasie, najczęściej bez wymuszonego bezpośredniego sąsiedztwa, a wszystkie bagaże i wózki można przewozić bez żadnych ograniczeń przestrzeni innych współpasażerów. W przedmiotowych kursach współczynnik uciążliwości kursowania K nie przekracza wartości 1,2. Warto podkreślić, iż na odcinku Kraków Zakłiki–Kraków Lotnisko/Airport–Kraków Zakłiki oraz Wieliczka Rynek Kopalnia–Wieliczka Park–Wieliczka Rynek Kopalnia poziom komfortu według czterostopniowej skali we wszystkich kursach jest bardzo dobry (rysunek 4).

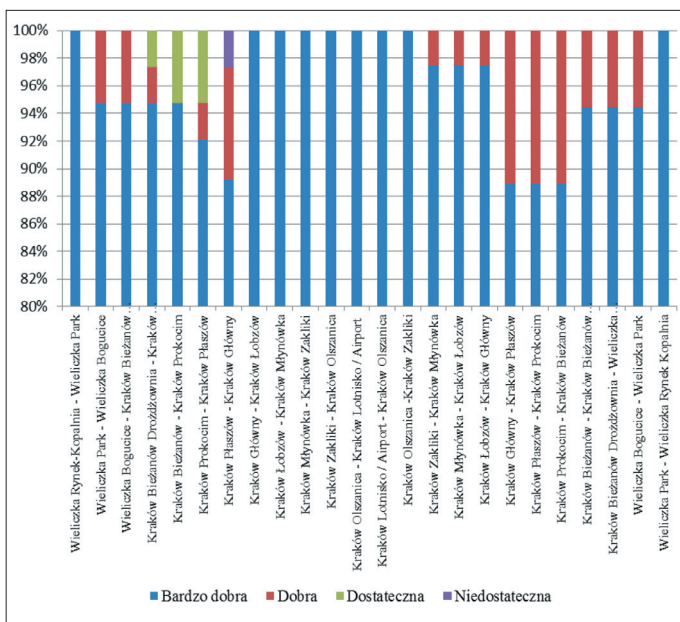
Ocenie bardzo dobrej zazwyczaj odpowiada poziom komfortu A lub B ustalany na podstawie współczynnika uciążliwości jazdy  $\mu_j$ . W kursach, dla których odpowiednie współczynniki odpowiadają poziomowi komfortu B i skali komfortu bardzo dobrej, przewożonych jest niewielu pasażerów. Taka sytuacja powoduje, że pojazd jest wyludniony (poziom napełnienia nie przekracza 10%), co dla wielu pasażerów może być mało komfortowe, zwłaszcza po zmierzchu. W ciągu dnia roboczego średnio 18% kursów jest

wyludnionych, choć zdecydowanie większe zróżnicowanie występuje na poszczególnych odcinkach trasy. Najczęściej bardzo małe napełnienie pociągów obserwuje się na odcinkach końcowych trasy:

- średnio co w trzecim kursie występuje na odcinku Kraków Zakłiki–Kraków Lotnisko/Airport–Kraków Zakłiki,
- w co siódmym kursie na odcinku Wieliczka Rynek Kopalnia–Kraków Bieżanów Drożdżownia,
- blisko w co czwartym kursie na odcinku Kraków Bieżanów Drożdżownia–Wieliczka Rynek Kopalnia.

Najmniej kursów wyludnionych jest na odcinku Kraków Płaszów–Kraków Główny–Kraków Łobzów – tylko dwa w ciągu dnia roboczego (rysunek 5).

Poziom komfortu B wynikający z małej liczby pasażerów dotyczy zazwyczaj kursów realizowanych we wczesnych godzinach porannych oraz późnowieczornych (tabela 2). Należy jednak podkreślić, iż zależność ta obejmuje inne przedziały czasowe w każdym z kierunków. Niski stopień zapęłnienia pociągów w relacji Wieliczka Rynek Kopalnia–Kraków Lotnisko/Airport obserwowany jest wyłącznie do godziny 6:00, podczas gdy w kierunku przeciwnym – do godziny 8:30. W godzinach wieczornych sytuacja jest odwrotna: niska frekwencja w pociągach w relacji Wieliczka Rynek Kopalnia–Kraków Lotnisko/Airport obserwowana jest już od godziny 19:30, podczas gdy w kierunku przeciwnym dopiero po godzinie 22:30. Sytuacja taka wynika przede wszystkim z tego, iż głównym generatorem ruchu jest stacja Kraków Główny, a największe potoki pasażerskie obejmują codzienne podróże dojazdowe do pracy i szkoły z obszarów leżących na trasie Wieliczka Rynek Kopalnia–Kraków Główny. W związku z powyższym w godzinach porannych występuje ruch wyjazdowy

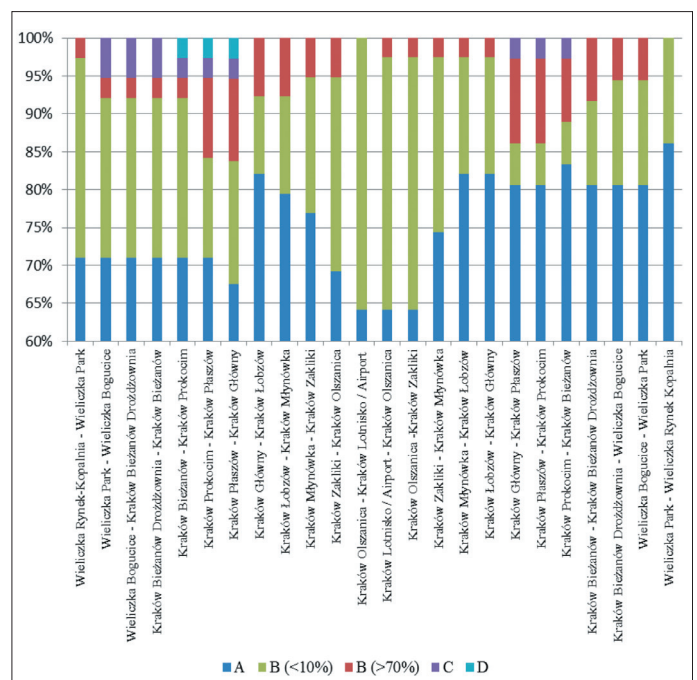


Rys. 4. Udział procentowy kursów o określonym poziomie komfortu na poszczególnych odcinkach trasy w dniu roboczym – 5 os./m<sup>2</sup> [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez TiLog Koło Naukowe Politechniki Krakowskiej w 2016 roku

do centrum Krakowa, a w godzinach popołudniowych – ruch powrotny, co ma przełożenie na inne rozłożenie kursów o bardzo niskim stopniu zapęłnienia.

Nieliczne, aczkolwiek realizowane są również kursy, w których poziom komfortu jest co najwyżej dostateczny. Niższy poziom komfortu zdarza się w kursach realizowanych w godzinach szczytu, przy czym sytuacja taka dotyczy wyłącznie fragmentów trasy i określonych kierunków (rysunki 4 i 5). W szczycie porannym niższy poziom komfortu dotyczy kierunku Wieliczka Rynek Kopalnia–Kraków Lotnisko/Airport i obejmuje w szczególności odcinek trasy Wieliczka Park–Kraków Główny. Liczba kursów, w których brakuje wolnych miejsc siedzących i część pasażerów musi podróżować na stojąco, jest jednak niewielka. Komfort na poziomie oceny nie wyższej niż C obserwowany jest w dwóch kursach wyjeżdżających ze stacji początkowej w Wieliczce o godzinie 6:38 i 7:08. W tym drugim kursie zapęłnienie pociągu na każdej kolejnej stacji wzrasta tak bardzo, iż w oparciu o współczynnik uciążliwości jazdy  $\mu_j$  na odcinku Kraków Bieżanów–Kraków Główny poziom komfortu osiąga ocenę D. Dla pasażera oznacza to zatłoczenie pojazdu wpływające na utrudnione poruszanie się wewnątrz pojazdu i problem z dostępem do kasownika. Najgorsze warunki podróży dotyczą obecnie jednoprzystankowego odcinka trasy Kraków Płaszów–Kraków Główny, na którym według obliczonego współczynnika uciążliwości podróżowania K komfort podróży uzyskuje ocenę niedostateczną. Komfort na poziomie oceny C określony został również w jednym popołudniowym kursie w relacji Kraków Lotnisko/Airport–Wieliczka Rynek Kopalnia (wyjazd o godzinie 15:17) na odcinku Kraków Główny–Kraków Prokocim.



Rys. 5. Udział procentowy kursów o określonej skali komfortu na poszczególnych odcinkach trasy w dniu roboczym – 6 os./m<sup>2</sup> [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez TiLog Koło Naukowe Politechniki Krakowskiej w 2016 roku



Przeprowadzona analiza poziomu komfortu podróży wykazuje pełną zbieżność z wynikami przytoczonych powyżej badań sondażowych przeprowadzonych wśród osób korzystających z oferty kolejowej na trasie Wieliczka Rynek Kopalnia–Kraków Lotnisko/Airport. Co prawda porównanie komfortu podróży pociągiem pod względem dostępności miejsc siedzących z własnym samochodem w godzinach szczytu wypada na korzyść transportu indywidualnego. Jednak ze względu na inne atrybuty podróży związane z czasem przejazdu pociąg staje się konkurencyjnym do samochodu środkiem transportu. W porównaniu natomiast komfortu podróży pociągiem a autobusem, zdecydowanie korzystniej wypada ten pierwszy. Wykorzystanie w pociągach powierzchni do stania sięga maksymalnie 3 os./m<sup>2</sup>, podczas gdy w autobusach może być dwukrotnie wyższe – do 6 os./m<sup>2</sup> [15].

### Podsumowanie

Wysoki komfort podróżowania oraz pewność odbycia podróży w zaplanowanym, krótkim czasie wpływają na tworzenie oferty przewozowej, która może być konkurencyjna w stosunku do innych środków transportu, a w szczególności dla transportu indywidualnego. W takich kategoriach można mówić o kolejowej ofercie przewozowej na trasie Wieliczka Rynek Kopalnia – Kraków Lotnisko/Airport. Ze względu na niezależność połączenia od warunków drogowych podróżujący pociągami mogą liczyć na krótki, i co najważniejsze – niezmienny czas przejazdu. Ponadto, jak dowodzi przeprowadzona analiza, warunki podróży pociągami są bardzo dobre. Trasę obsługują nowe, komfortowe, bogato wyposażone pociągi. Niska podłoga w pojazdach umożliwia swobodne podróżowanie osobom z ograniczoną mobilnością, a temperatura w pojazdach jest zawsze dostosowana do warunków panujących na zewnątrz.

Dostępnej kolejowej ofercie przewozowej nie można również odmówić wysokiej oceny ze względu na dostosowanie pojemności pociągów do wielkości potoków pasażerskich, co ma bezpośredni wpływ na swobodę przemieszczania się wewnątrz pociągów i dostępność miejsc siedzących. Choć w wyniku przeprowadzonej analizy komfortu podróży pociągami obsługującymi badaną relację wskazano kursy, w których na wybranych odcinkach trasy zdarza się podróżować na stojąco, to warto podkreślić, iż sytuacje takie zdarzają się rzadko (niespełna 10% kursów). Należy podkreślić, iż zapelnienie w tych kursach wykraczające poza nominalną liczbę miejsc siedzących obserwowane jest wyłącznie na wybranych odcinkach trasy. Zdecydowanie najczęściej natomiast (w 75% kursów) każdy podróżujący może liczyć na miejsce siedzące bez wymuszonego bezpośredniego sąsiedztwa współpasażera.

Reasumując, należy podkreślić, iż możliwość wygodnego i komfortowego podróżowania pociągami na przedmiotowej trasie nie jest efektem małego zainteresowania ofertą przewozową, a działaniami przewoźnika kolejowego zmierzającymi do dopasowania pojemności pojazdów do oczekiwań pasażerów. W momencie uruchomienia połączenia eksploatowane były wyłącznie składy EN64

o nominalnej liczbie miejsc siedzących 138, a obecnie połączenie obsługiwane jest przez składy średnio o 30% większej pojemności.

### Literatura

1. Ciastoń-Ciulkin A., *Jakość usług przewozowych i jej elementy składowe – ujęcie teoretyczne*, „Transport Miejski i Regionalny” 2015, nr 1.
2. Hebel K., *Zachowania transportowe mieszkańców w kształtowaniu transportu miejskiego*, Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2013.
3. Commission of the European Communities, *The Citizens' Network. Fulfilling the Potential of Public Transport in Europe. Communities Green Paper*, COM(95) 601 final.
4. Eboli L., Mazzulla G., *A methodology for evaluating transit service quality based on subjective and objective measures from the passenger's point of view*, Transport Policy, 2011, Nr 18.
5. *Funkcjonowanie rynku komunikacji miejskiej* pod redakcją O. Wyszomirskiego, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1998.
6. Rudnicki A., *Jakość komunikacji miejskiej*, Zeszyty Naukowo-Techniczne Oddziału SITK w Krakowie, 1999, nr 71.
7. Starowicz W., *Czynnik charakteryzujący polską normę. Jakość usług w publicznym transporcie pasażerskim*, „Technika Transportu Szynowego”, 2004, nr 9.
8. Ciastoń-Ciulkin A., Pashkevich A., *Znaczenie oferty przewozowej w kształtowaniu ruchu pasażerskiego na przykładzie kolejowej linii aglomeracyjnej na trasie Kraków Główny–Wieliczka Rynek Kopalnia*, [w:] *Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym. Część II, Sterowanie ruchem kolejowym*, Transport szynowy, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP Oddział w Krakowie, seria: Materiały Konferencyjne, 2015, nr 3 (107).
9. Krok D., Półciwarteck N., *Analiza wielkości ruchu pasażerskiego na trasie kolejowej MPL Balice–Kraków Główny–Wieliczka Rynek Kopalnia*, praca inżynierska, Politechnika Krakowska, 2016.
10. Komisja Europejska, *Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu*, KOM(2011) 144 wersja ostateczna.
11. Ciaston-Ciulkin A., Puławska-Obiedowska S., *Solutions for Agglomeration Railway Integration – Case Study of the Line Wieliczka–Krakow Airport*, [w:] Macioszek E., Sierpiński G. (eds) *Contemporary Challenges of Transport Systems and Traffic Engineering. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 2. Springer International Publishing Switzerland, 2017.
12. *Pomiar napełnienia w pociągach Kolei Małopolskich na trasie Kraków Lotnisko/Airport–Wieliczka Rynek–Kopalnia*, Raport Końcowy, Koło Naukowe Logistyki TiLOG Politechnika Krakowska, Kraków, 2016.
13. *Pomiar napełnienia w pociągach Kolei Małopolskich na trasie Kraków Lotnisko/Airport–Wieliczka Rynek–Kopalnia*, Raport Końcowy, Koło Naukowe Logistyki TiLOG Politechnika Krakowska, Kraków, 2015.
14. Ciastoń-Ciulkin A., Puławska-Obiedowska S., *Konkurencyjność podsystemu Kolei Aglomeracyjnej na przykładzie połączenia Kraków–Wieliczka* [w:] *Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym. Część II, Sterowanie ruchem kolejowym*, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP Oddział w Krakowie, seria: Materiały Konferencyjne, 2016, nr 3 (110).
15. Starowicz W., *Jakość przewozów w miejskim transporcie zbiorowym*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2007.