



Wagon NCT6 III serii w tunelu tramwajowym. Fot. T. Czauderna. Źródło: MPK Kraków

Piotr Kisielewski, Piotr Semczyszyn

Ocena komfortu podróży w komunikacji miejskiej

Wielkie aglomeracje miejskie nie byłyby w stanie funkcjonować bez sprawnych układów komunikacyjnych. Ułatwiają one i przyspieszają przemieszczanie się osób z określonego miejsca do punktu docelowego. Istotną częścią układów komunikacyjnych jest transport miejski, a w szczególności transport zbiorowy. Ma on ogromny wpływ na jakość życia w mieście, ochronę środowiska, rozwój gospodarczy miasta. Artykuł omawia zagadnienia komfortu podróżowania pasażerów korzystających z komunikacji miejskiej, ze szczególnym uwzględnieniem poziomu napelnienia, tj. liczby pasażerów podróżujących. Badania przeprowadzono na podstawie obserwacji wybranej linii tramwajowej w aglomeracji krakowskiej.

Wraz ze wzrostem liczby osób przemieszczających się transportem miejskim zmniejsza się liczba osób korzystających z własnych środków transportu. Powoduje to zmniejszenie intensywności indywidualnego transportu, zmniejsza koszty przejazdu i korzystnie wpływa na środowisko. W dużych aglomeracjach przepustowość istniejących dróg jest prawie w całości wykorzy-

stana, nie ma miejsca na powstawanie nowych, a liczba osób zmotoryzowanych ciągle wzrasta. Wpływa to na powstawanie zatłoczenia i zatorów na drogach [2]. Szacuje się, że straty społeczne spowodowane kongestią sięgają 2% PKB [4].

W ramach polityki kształtowania zrównoważonego transportu w miastach UE komunikacja miejska powinna stanowić konkurencję dla komunikacji indywidualnej. Wiąże się to między innymi z takimi wskaźnikami podróży jak: częstotliwość, punktualność, cena przejazdu, dostępność i komfort podróży. Dlatego tak istotne jest kształtowanie dobrze funkcjonującego transportu zbiorowego oraz ciągła jego modernizacja, spełniająca oczekiwania korzystających z niej mieszkańców aglomeracji.

Z badań prowadzonych w państwach członkowskich UE, dotyczących problemów, z jakimi spotykają się podróżujący po obszarach miejskich oraz możliwego poparcia ich rozwiązywania [1], wynika, że niemal 40% respondentów spotyka się z problemami w podróżach na terenie miast. Najskuteczniejszymi sposobami poprawy warunków podróżowania w miastach powinny być: spadek cen w komunikacji miejskiej (59%) i poprawa jakości

transportu publicznego (56%) [3]. Jedną z ważniejszych cech jakości transportu zbiorowego jest komfort pasażerów.

Na komfort składa się wiele czynników, takich jak: dostępność, czas podróży, punktualność, wygoda, koszt, bezpieczeństwo, czystość, regularność i jakość usług [12]. Jakość jest czynnikiem określanym jako zbiór kryteriów, które musi spełnić świadczący usługi [6]. Składa się na to szereg parametrów możliwych do zbadania i określenia ilościowego (np. częstotliwość kursów, poziom napełnienia pasażerami pojazdów) oraz indywidualna subiektywna opinia pasażerów [10]. W celu stworzenia odpowiedniego komfortu pasażerom w czasie podróży określone są wymagania związane z taborem, a co za tym idzie np. z ilością miejsc ogółem, miejsc siedzących, poziomem podłogi [14]. Bardzo istotnym czynnikiem, dla korzystających z transportu miejskiego, jest komfort podróży. Znajduje on odzwierciedlenie przede wszystkim w ilości osób zapelniających określoną strefę tramwaju (poziom napełnienia).

Aby zwiększyć komfort i jakość przejazdu pasażerów komunikacją miejską, opracowano modele określające wskaźniki atrakcyjności i jakości zabudowy obszarów związanych ze strefami napełnienia dla podróżnych w tramwajach [9]. W związku z tym określono rozwiązania konstrukcyjne przestrzeni dla pasażerów, które są obecnie stosowane przez wytwórców tramwajów.

Bardzo istotny, przy określaniu poziomu komfortu pasażerów, jest pomiar ilości osób przypadających na 1 m². Na ich podstawie jesteśmy w stanie ocenić poziom jakości komfortu pasażerów pod względem napełnienia. Częste badania komfortu podróży pozwalają dostosować rodzaj pojazdu i jego pojemność do zapotrzebowania pasażerów na danej trasie, w zależności od natężenia w godzinach szczytu oraz w zależności od dnia tygodnia. Dzięki ciągłej modernizacji taboru i optymalizacji planu przewozów możliwe jest spełnienie oczekiwań mieszkańców korzystających ze zbiorowej komunikacji miejskiej.

Komfort

Komfort oznacza stan zadowolenia fizycznego i psychicznego, związany z przejazdem z określonego miejsca do punktu docelowego. Wpływają na niego: bezpieczeństwo, zadowolenie, wygoda i przyjemność. Z komfortem jazdy mamy do czynienia, gdy nie towarzyszą mu subiektywnie negatywne odczucia pasażerów [14]. Na poziom komfortu jazdy składają się liczne czynniki, które można sklasyfikować według 3 kategorii bodźców:

1. Czasoprzestrzenne, np. pozycja, w której podróżujemy, ilość przestrzeni na jednego pasażera, czas przejazdu, wielość i ułożenie przestrzenne pojazdu.
2. Dynamiczne, np. nagłe zmiany prędkości i kierunku jazdy, opóźnienia, przyspieszenia.
3. Środowiskowe, np. drgania, jakość i temperatura powietrza, wentylacja, poziom hałasu.

Poziom komfortu może być określany za pomocą dwóch metod: subiektywnej oraz obiektywnej [11, 8]. Pierwsza metoda opiera się na odczuciach osób podróżujących, w zależności od warunków panujących w pojeździe. Badania te opierają się na ankietowaniu podróżnych, którzy oceniają swoje odczucie komfortu dotyczące określonych czynników. Drugi system oceny (metoda obiektywna) wiąże się z pomiarem danych parametrów, wynikających z realizacji zadań transportowych.

Stopień napełnienia pojazdu jest jedną z ważniejszych cech określających komfort pasażerów. Organizator przejazdów transportem zbiorowym ustala minimalne wymagania, odnoszące się

do taboru, dla zapewnienia odpowiedniego komfortu [14]. Nowe konstrukcje tramwajów dostosowane są do zwiększenia komfortu osób korzystających z komunikacji miejskiej. Cechy konstrukcji pojazdów wpływające na komfort podróży to m.in. [7, 5]:

1. Niskie podłogi, podział na strefy z niską i wysoką podłogą.
2. Modułowość pojazdów.
3. Obniżenie podłogi tramwaju na całej jego długości.
4. Wydzielenie stref dla niepełnosprawnych i wózków dziecięcych.
5. Platformy wjazdowe dla niepełnosprawnych i wózków.
6. Zwiększona ilość i szerokość drzwi.
7. System zapobiegający przytrzaśnięciu przez drzwi (np. fotokomórki, czujniki ciśnieniowe).

Pojemność taboru powinna być dopasowana do długości podróży, ilości mieszkańców w danym rejonie miasta, czasu podróży i częstotliwości kursowania. Wraz ze wzrastającą długością i czasem przejazdu powinno być więcej miejsc siedzących kosztem miejsc stojących. W pracy [10] określono optymalny stosunek miejsc siedzących do stojących, w nowych konstrukcjach pojazdów tramwajowych, na 40%. Miejsca siedzące są niezbędne dla osób starszych, kobiet ciężarnych, osób niepełnosprawnych z ograniczoną mobilnością. Zapewniają im niezbędny komfort przejazdu. W niektórych typach tramwajów montowane są składane fotele w celu zapewnienia większej ilości miejsc siedzących. Według badań graniczny akceptowalny przez pasażerów poziom napełnienia podczas podróży wynosi 4 pasażerów/m² [13]. Dla podróżujących transportem zbiorowym w przestrzeni stojącej komfort zapewnia możliwość trzymania się uchwytów oraz ich duża ilość. Wykorzystanie miejsc stojących pozwala na przewóz większej ilości pasażerów, ale zmniejsza poziom komfortu podróży.

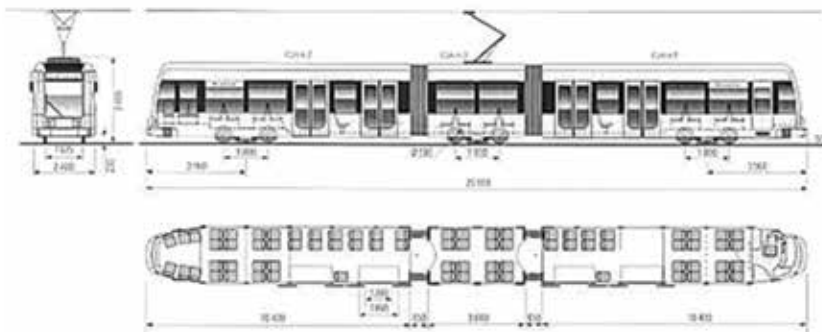
Teoretyczne zagadnienia związane z przeprowadzonymi badaniami

Opis badań

Badania zostały przeprowadzone w celu analizy komfortu jazdy pasażerów tramwajem w zależności od napełnienia pojazdu. Obserwacja odbyła się w tramwajach linii 14, które są eksploatowane przez Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Krakowie. Linie obsługiwały pojazdy typu Bombardier NGT6. Badania polegały na rejestracji ilości osób wsiadających i wysiadających na każdym przystanku tej linii od wczesnych godzin porannych do godzin wieczornych. W celu porównania napełnienia tramwaju w zależności od dnia tygodnia i godziny badania obejmowały 2 pełne dni powszednie oraz 2 pełne dni weekendowe.

Parametry tramwaju

Bombardier typu NGT6 jest to niskopodłogowy, składający się z trzech członów, tramwaj. Jest to pojazd jednokierunkowy, o dobrej izolacji cieplnej i akustycznej. Jest przystosowany do przejazdu osób niepełnosprawnych i z wózkami dziecięcymi, gdyż posiada, poza niską podłogą (290 mm od główki szyny) i miejscem specjalnie wyznaczonym dla tych osób, także niedawno wbudowaną rozkładaną rampę wejściową. W Krakowie użytkowane są trzy serie Bombardiera NGT6. Najistotniejszą różnicą między nimi jest to, że pierwsza seria posiada 4 pary drzwi, a druga i trzecia 5 par drzwi. Rozbieżność występuje także w ilości miejsc przeznaczonych dla pasażerów. Seria pierwsza posiada 76 miejsc siedzących i 106 miejsc stojących, co razem daje łącznie 182 miejsca dla podróżujących. Seria druga i trzecia ma 73 miejsca siedzące oraz 111 miejsc stojących, co w sumie daje 184 miejsca dla pasażerów w tramwaju.



Rys. 1. Schemat tramwaju Bombardier NGT6

Linia 14

Linia 14 w Krakowie kursuje na trasie Bronowice–Mistrzejowice. Przebiega przez ulice Bronowicka, Podchorążych, Królewska, Karmelicka, Basztowa, Lubicz, Powstania Warszawskiego, Al. Pokoju, Bieńczyka, Generała Andersa, Broniewskiego, Mikołajczyka, Srebrnych Orłów oraz Jancarza. Linia 14 łączy dzielnicę Bronowice z Nową Hutą oraz umożliwia dojazd z tych części miasta do centrum i do dworca głównego. Linia kursuje siedem dni w tygodniu, z częstotliwością co 20 minut. Pomimo iż obsługuje dzielnice o bardzo dużym przepływie pasażerów, kursuje co 20 minut, ponieważ każdy odcinek swojej trasy dzieli z innymi, częściej jeżdżącymi, liniami. Połączenie pomiędzy Bronowicami i centrum miasta dzieli z liniami 4, 24, 8 oraz 13. W godzinach szczytu pojazdy wymienionych linii łącznie przejeżdżają trasę Bronowice–centrum nawet co kilka minut. Z Bronowic do Dworca pojazdy linii 14 jeżdżą wraz z pojazdami linii 4 i 24.

Tramwaj 14 obsługuje również połączenie pomiędzy centrum miasta a dzielnicami Grzegórzki, Czyżyny, aż do dzielnic Bieńczyce i Mistrzejowice, które są zlokalizowane w północnej części Nowej Huty. Odcinek pomiędzy centrum a osiedlami położonymi w dzielnicy Grzegórzki wzmacniany jest również w godzinach szczytu przez tramwaje linii 7. Na trasie pomiędzy Grzegórzkami a Nową Hutą tramwaje linii 14 kursują wraz z tramwajami linii 1, 12 oraz 22. Północ Nowej Huty z Czyżynami linia 14 obsługuje wraz z liniami 9 i 52, gdzie linia 52 dalej jedzie do centrum miasta ulicą Jana Pawła i Mogiłską, ale łączy się przy Rondzie Mogiłskim wraz z linią 14, przez co również jest alternatywą dla pasażerów chcących się dostać z Nowej Huty do centrum miasta. Tramwaj linii 14 łączy dzielnice Krakowa, które zamieszkuje ponad 200 tysięcy stałych mieszkańców. Linia 14 umożliwia tym osobom, studentom oraz turystom dojazd do wielu strategicznych miejsc w Krakowie, takich jak: centrum miasta, dworzec główny, Tauron Arena, Galeria Krakowska, Galeria M1, Galeria Plaza, szpital Rydygiera oraz Uniwersytet Pedagogiczny, Politechnika Krakowska czy Uniwersytet Ekonomiczny.

Wyniki przeprowadzonych badań

Wyniki wszystkich obserwacji zestawiono w tabelach pomiarów. Poniżej, w przykładowej tabeli 1, podano zarejestrowaną dla wybranego kursu liczbę pasażerów wsiadających (DO), wysiadających (Z) na przystankach oraz sumę pasażerów znajdujących się na danym przystanku w pojeździe.

Na podstawie danych zgromadzonych w obserwacjach można ocenić, jakie jest zapotrzebowanie na tramwaj na danym przystanku, w określone dni i o danej godzinie. Znając również liczbę osób znajdujących się w pojeździe, możemy ocenić komfort ich podróżowania pod względem napełnienia. Na podstawie wy-

ków obserwacji możemy ocenić, z rozróżnieniem na dni robocze i weekendy, w jakich godzinach i w których rejonach Krakowa zapotrzebowanie na komunikację tramwajową jest najmniejsze, a kiedy największe.

Na poniższych przykładowych wykresach, sporządzonych na podstawie wyników obserwacji, można ocenić komfort podróżowania pod względem napełnienia pojazdów. Wiedząc, iż tramwaj posiada 73 lub 76 miejsc (w zależności od typu), wiemy, że maksymalnie taka ilość osób podróżujących może czuć się najbardziej komfortowo. Producent podaje, że maksymalna ilość osób mogących wejść do pojazdu to około 180. Wynika z tego, że na 1 m² mieszczą się 4 osoby stojące. Oczywiście jest fakt, iż przy takim granicznym napełnieniu nie ma mowy o akceptowalnym komforcie podróżowania. Dlatego w pracy założono, że poziom akceptowalny jest wtedy, gdy na 1 m² przypada 1 stojący pasażer. Komfort podróżnych podzielnymi został na 3 poziomy:

Tab. 1. Wyniki obserwacji pasażerów w dzień powszedni

Przystanek	Godzina	Do	Z	Suma	Godzina	Do	Z	Suma
Mistrzejowice	05:56	1	0	1	08:16	6	0	6
Miśnieńska	05:57	2	0	3	08:17	13	0	19
Osiedle Złotego Wieku	05:58	1	0	4	08:18	6	3	22
Rondo Piastowskie	05:59	5	0	9	08:19	14	2	34
Dunikowskiego	06:01	2	1	10	08:21	3	1	36
Rondo Hipokratesa	06:03	4	3	11	08:23	8	7	37
DH Wanda	06:04	6	2	15	08:24	16	5	48
Rondo Kocmyrzowskie	06:07	9	1	23	08:27	19	4	63
Bieńczyka	06:08	4	0	27	08:28	21	7	77
Rondo Czyżyńskie	06:11	7	2	32	08:31	4	2	79
Centralna	06:12	7	2	37	08:32	14	17	76
Rondo Dywizjonu 308	06:13	2	3	36	08:33	1	2	75
M1 al. Pokoju	06:15	0	0	36	08:35	1	11	65
Tauron Arena al. Pokoju	06:16	0	0	36	08:36	0	0	65
Plaza	06:18	0	1	35	08:38	5	6	64
Dąbie	06:20	2	2	35	08:40	8	2	70
Ofiar Dąbia	06:21	12	4	43	08:41	25	4	91
Fabryczna	06:22	5	1	47	08:42	6	3	94
Francesco Nullo	06:23	3	3	47	08:43	13	2	105
Teatr Variete	06:24	1	4	44	08:44	15	7	113
Rondo Grzegórzeckie	06:26	4	9	39	08:46	23	12	124
Rondo Mogiłskie	06:28	0	5	34	08:48	8	19	113
Lubicz	06:30	1	3	32	08:50	10	21	102
Dworzec Główny	06:32	1	7	26	08:52	28	21	109
Stary Kleparz	06:34	2	4	24	08:54	6	22	93
Teatr Bagatela	06:37	1	9	16	08:57	19	17	95
Batorego	06:38	0	2	14	08:58	6	17	84
Plac Inwalidów	06:40	8	0	22	09:00	6	19	71
Urzędnicza	06:41	0	5	17	09:01	2	12	61
Biprostal	06:43	1	7	11	09:03	2	20	43
Uniwersytet Pedagogiczny	06:44	0	3	8	09:04	1	20	24
Głowackiego	06:45	0	3	5	09:05	1	12	13
Bronowice	06:46	0	5	0	09:06	0	13	0

1. Komfortowy – każdy pasażer posiada dla siebie miejsce siedzące.
2. Akceptowalny – każdy stojący pasażer posiada dla siebie przynajmniej 1 m² powierzchni.
3. Ograniczony – pasażer stojący ma dla siebie mniej niż 1 m² powierzchni.

Z wykresów na rysunkach 2 i 3 można wyciągnąć istotne wnioski dotyczące komfortu podróży linią 14 w dni powszednie na kierunku Mistrzejowice–Bronowice. Przez większość kursów poziom komfortu w ciągu dnia jest zadowalający i tylko na pojedynczych odcinkach poziom komfortu spada poniżej poziomu akceptowalnego.

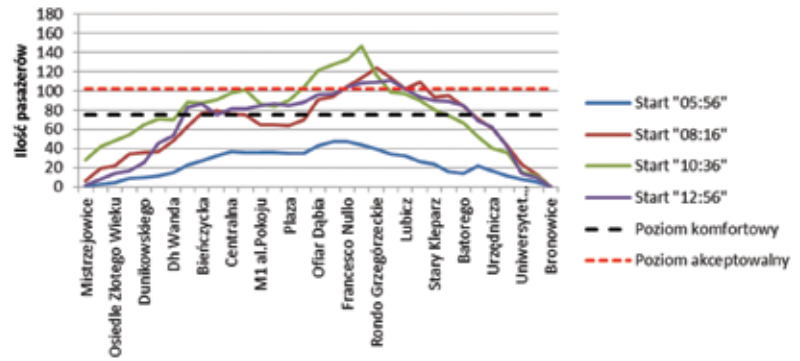
Wykresy na rysunkach 4 i 5 przedstawiają kursy weekendowe z pętli Bronowice do pętli Mistrzejowice. Widać na nich, iż poziom akceptowalny został chwilowo przekroczony jedynie w godzinach południowych.

Podsumowanie

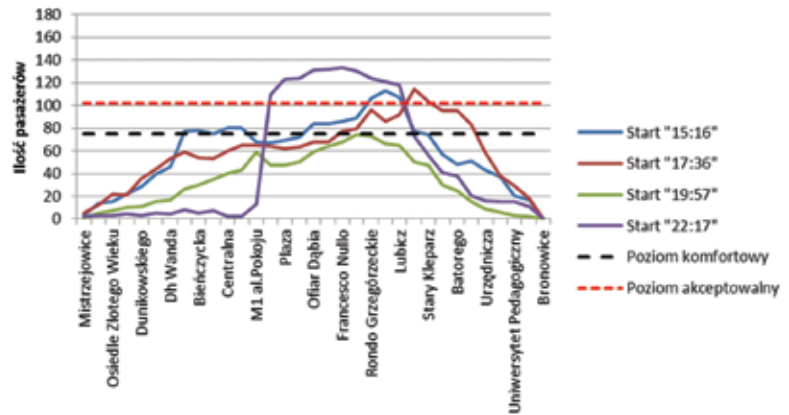
Przeprowadzone pomiary liczby osób wsiadających i wysiadających, a co za tym idzie osób przemieszczających się tramwajami linii 14 w Krakowie w dzień powszedni i w weekend pozwalają na sformułowanie wniosków, czy częstotliwość kursowania na przedmiotowej linii zapewnia odpowiedni poziom komfortu pasażerów. Wyniki pozwalają ocenić, czy częstotliwość kursów jest wystarczająca, aby nie przekroczyć poziomu komfortu akceptowalnego w godzinach szczytu porannego i popołudniowego.

Badanie wykazało, że największe natężenie pasażerów w dzień powszedni jest w godzinach szczytu porannego oraz popołudniowego, to znaczy w godzinach pomiędzy 7:00–10:00 i 15:00–18:00. Poziom komfortu jest przez większość dnia akceptowalny, zdarza się jednak, że w godzinach szczytu przekracza on ten poziom, szczególnie pomiędzy przystankami Ofiar Dąbia a przystankiem Batorego. Nie jest jednak celowe zwiększenie częstotliwości kursowania tramwajów dla tej linii, co wynika z ekonomii transportu. Nie jest to opłacalne, bo takie sytuacje zdarzają się stosunkowo rzadko. Po drugie zwiększenie częstotliwości mogłoby spowodować zatory na trasie, które są spowodowane przepustowością świateł na skrzyżowaniach. Zwiększenie częstotliwości kursów linii 14 lub innych poruszających się tą trasą mogłoby powodować kongestję ruchu, przeciążenie sieci trakcyjnej i w konsekwencji znaczne opóźnienia kursów. W weekendy potok pasażerów prawie przez cały dzień jest na tym samym poziomie i przez większość dnia poziom komfortu jest akceptowalny.

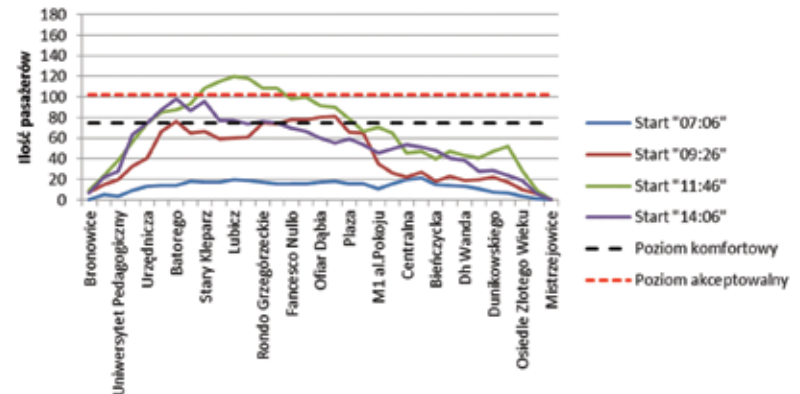
Zaobserwowane pojedyncze przekroczenia komfortu akceptowalnego były związane z wyjątkowymi sytuacjami, np. imprezami, koncertami w Tauron Arena. Wtedy obciążenie tramwaju jest największe. Przez cały czas trwania pomiarów nie zdarzyła się jednak sytuacja, aby zabrakło miejsc w tramwaju, a pasażerowie pozostawali na przystankach. Rodzi się pytanie, czy lepszym rozwiązaniem byłoby wypuszczenie na tą trasę dłuższych tramwajów. MPK



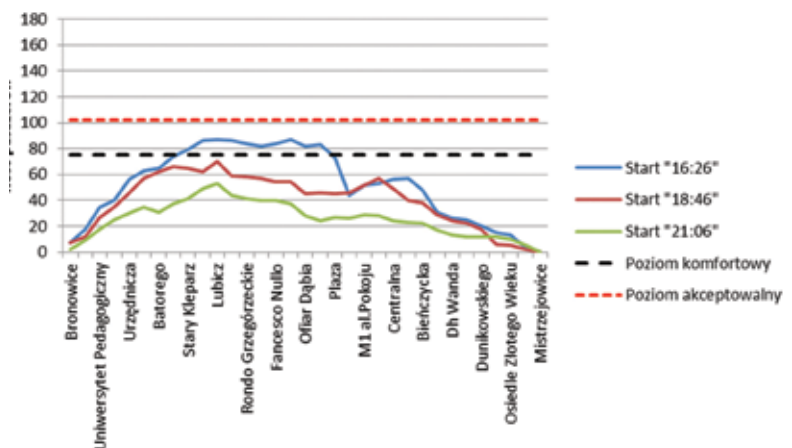
Rys. 2. Napelnienie pojazdów na kursach przedpołudniowych w dzień powszedni



Rys. 3. Napelnienie pojazdów na kursach popołudniowych w dzień powszedni



Rys. 4. Napelnienie pojazdów na kursach przedpołudniowych w weekend



Rys. 5. Napelnienie pojazdów na kursach popołudniowych w weekend

jednak nie posiada aż tylu bardziej pojemnych tramwajów, aby obsadzić nimi każdą linię, a na wielu innych liniach jest większe zapotrzebowanie na taki rodzaj taboru.

Można wnioskować, iż aktualna częstotliwość rozkładowa kursowania tramwajów na linii 14 jest optymalna, tj. spełnia warunki ekonomiczne operatora transportu MPK, a jednocześnie zapewnia pasażerom podróżującym na tej trasie maksymalny akceptowalny komfort jazdy.

Warto na bieżąco monitorować poziom napełnienia środków komunikacji miejskiej, zwłaszcza przy możliwościach automatycznego pomiaru za pomocą bramek liczących w pojazdach i z rejestracją on-line w komputerach pokładowych, w które wyposażone są wszystkie tramwaje w MPK Kraków. Warto też reagować w sytuacjach wyjątkowych, gdy należy zdecydowanie zwiększyć wielkość taboru, np. podczas imprez masowych, koncertów, wydarzeń sportowych.

Bibliografia

1. *Attitudes of Europeans Towards Urban Mobility*, Special Eurobarometer 406, December 2013.
2. Datka S., Suchorzewski W., Tracz M., *Inżynieria ruchu*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1989.
3. Dyr T., *Konkurencyjna i zasobooszczędna mobilność w miastach*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2015, nr 1-2.
4. Dyr T., Kozłowska M., *Koszty kongestii w Unii Europejskiej*, „Technika Transportu Szynowego” 2017, nr 7-8.
5. Gramza G., Bartkowiak R., *Wybrane wymagania w zakresie wyposażenia przestrzeni pasażerskiej nowoczesnych tramwajów*, Materiały XXII Konferencji Naukowej „Pojazdy szynowe 2016”, 30 maja – 1 czerwca 2016, Bydgoszcz, Gniew PSz 2016.
6. Hamrol A., *Zarządzanie jakością z przykładami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
7. https://www.bip.krakow.pl/?dok_id=82806 (dostęp 17.06.2017).
8. Merkisz J., Tarkowski S., *Czynniki dynamiczne i ich wpływ na subiektywne poczucie komfortu w autobusach miejskich*, „Postępy nauki i techniki” 2012, nr 14.
9. Nor D., Mohd M., Cox T., Griffiths A., *Measuring rail passenger crowding: Scale development and psychometric properties*, „Transportation Research” Part F 2012, Vol. 15, Issue 1.
10. Starowicz W., *Jakość usług w publicznym transporcie pasażerskim. Charakterystyka nowej polskiej normy (część 1)*, „Transport Miejski Regionalny” 2004, nr 10.
11. Tarkowski S., *Wykorzystanie pokładowych rejestratorów parametrów ruchu pojazdów do oceny komfortu jazdy*, rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska, 2013.
12. Wojewódzka K., Załoga E. i in., *Transport – nowe wyzwania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.
13. Wyszomirski O., *Transport miejski*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2008.
14. Wyszomirski O. i in., *Transport miejski – ekonomika i organizacja*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2008.

Autorzy:

dr inż. **Piotr Kisielewski** – Politechnika Krakowska
inż. **Piotr Semczyszyn** – MPK Kraków

Assessment of travel comfort in passenger city transit

The objective of the paper was the study on the level of travel comfort as perceived by passengers using municipal public transport. The research was exemplified with results from the observations of passenger flow on tramway line No14 in Krakow's city transit system.

A practical objective was an analysis of number of people using tramway lines and a relationship of these parameters in terms of time of the day and day of the week. The aim of the data analysis was to assist in defining whether the tramway provides comfort of travelling to passengers in terms of congestion, and whether tramway vehicles arrive at the stops with sufficient frequency. The gathered data allowed to determine whether transit planning system of the line No14 works correctly or it needs modifying.

The article comprises three parts. The first part was devoted to definition and theoretical description of issues connected with comfort of travel. It also contains definitions of basic issues connected with the topic. The second part contains description of the tramway vehicles type and the route they travel on. It also comprises description of measurement methods, and places and times the measurements were taken. In the third part results of studies and their analysis were presented, based on which conclusions can be drawn.



Adam Szelaż, Zbigniew Drażek, Tadeusz Maciołek

Elektroenergetyka miejskiej trakcji elektrycznej

ISBN 978-83-62805-42-6

Liczba stron: 338

Format: B5

Oprawa: twarda

Rok wydania: 2017

Cena 100,00 zł (w tym 5% VAT)

Monografia stanowi podsumowanie wieloletnich prac naukowo-badawczych i wdrożeniowych oraz zajęć dydaktycznych prowadzonych przez autorów w Zakładzie Trakcji Elektrycznej Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej w zakresie elektroenergetyki miejskiego transportu elektrycznego. Omówiono typowe rozwiązania stosowane w miejskiej trakcji elektrycznej przede wszystkim wśród najbardziej rozpowszechnionych systemów tramwajowych, trolejbusów i metra.