

Łukasz Kosobucki

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

POPYT NA PRZEWOZY JAKO DETERMINANTA WIELKOŚCI TABORU OBSŁUGUJĄCEGO AUTOBUSOWE LINIE KOMUNIKACYJNE

Wprowadzenie

Proces efektywnego zarządzania publicznym transportem zbiorowym przebiega w wielu płaszczyznach. Jego głównym celem jest zwiększenie liczby przewozów poprzez kształtowanie wielkości popytu za pomocą dostępnych narzędzi, osiągając jak najlepsze efekty ekonomiczne. Jednym z tych narzędzi jest odpowiedni, pod względem wielkości, dobór pojazdów obsługujących linie komunikacyjne, dostosowany do wielkości potoków pasażerskich. W literaturze można znaleźć zależności służące do obliczania m.in. częstotliwości kursowania pojazdów, które bazują na wielkości potoku pasażerskiego oraz nominalnej pojemności pasażerskiej pojazdów. Użycie tych zależności pozwala na sprawdzenie istniejącego kształtu oferty przewozowej oraz wprowadzenie zmian w kursowaniu linii dostosowanych do rzeczywistego popytu na przewozy.

Oddziaływanie na zmianę popytu na usługi transportu zbiorowego w miastach

Oddziaływanie transportu na potrzeby przewozowe może mieć, w zależności od rozmiarów posiadanych zdolności przewozowych i ekonomicznego zainteresowania zwiększaniem liczby przewozów, charakter stymulujący lub ograniczający¹.

¹ R. Kuziemkowski, Racjonalne kształtowanie potrzeb przewozowych, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1978, s. 48.

Wyróżnia się wiele czynników wpływających na popyt na usługi transportu zbiorowego w miastach. Są to m.in.:

- poziom rozwoju sieci transportu zbiorowego w miastach,
- wielkość i specyfika miasta,
- poziom rozwoju sieci drogowo-ulicznej,
- intensywność zagospodarowania w strefie ciężenia do korytarza transportowego,
- odległość od centrum miasta,
- długość podróży,
- system taryfowy,
- polityka komunikacyjna państwa i miasta,
- poziom motoryzacji.

Zarówno wzrost gęstości sieci komunikacyjnej na terenach o wysokiej intensywności zamieszkania, jak i rozmieszczenie punktów komunikacyjnych powoduje wzrost liczby przewozów. Przy gęstości sieci ma też wpływ liczba osób czynnych zawodowo na danym terenie oraz stopień urbanizacji danego obszaru.

Wzrost prędkości podróży powoduje również zwiększenie się popytu na te usługi. Ten czynnik jest zależny od warunków lokalnych: im poziom obsługi jest niższy, tym zwiększenie prędkości powoduje znaczny wzrost podróży transportem zbiorowym. Kolejnym czynnikiem jest poziom opłat za przejazdy, który jest zależny od rodzaju biletu, rodzaju środka transportowego, okresu doby, motywacji podróży oraz kwalifikacji zawodowych pasażerów.

Zwiększenie opodatkowania posiadania samochodu oraz dotacji na transport zbiorowy w miastach oraz ograniczenie poziomu motoryzacji to czynniki zależne od władz państwowych i miejskich, mające również wpływ na wielkość popytu na omawiane usługi².

Skomasowanie kilku z wymienionych czynników umożliwia przedstawienie powodów klasyfikacji pojazdów komunikacji miejskiej. Wielkość potoków pasażerskich, odległości przebywane przez podróżnych do docelowych miejsc podróży oraz charakterystyka obsługiwanego obszaru mają duży wpływ na konieczność wyboru taboru odpowiedniej wielkości pojazdów.

Klasyfikacja pojazdów w komunikacji autobusowej

Producenci pojazdów komunikacji miejskiej dostosowują ofertę do występujących wymagań przewoźników. Dotyczy to zarówno wielkości pojazdów, jak

² Z. Pawlicka, Przewozy pasażerskie, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1978, s. 36; E. Gołomska, Kompendium wiedzy o logistyce, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004, s. 73.

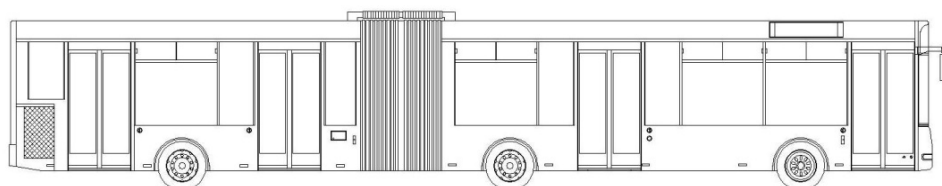
i wyposażenia. Przedsiębiorstwa eksploatujące te pojazdy, jak i organizatorzy komunikacji, na zlecenie których one działają, ustalają kryteria dotyczące typów pojazdów. Kryteria te są związane w pierwszej kolejności z wielkością taboru determinowaną przez wielkość potoków pasażerskich oraz stanem i warunkami geometrycznymi infrastruktury liniowej i punktowej transportu. Parametrami dotyczącymi wielkości są przede wszystkim: nominalna pojemność pasażerska wyrażona liczbą miejsc siedzących oraz stojących, a także długość, rzadziej szerokość. Parametr pojemności pasażerskiej oraz długości są w bezpośredniej zależności pomiędzy sobą. Wyróżnia się cztery główne grupy pojazdów zestawione i scharakteryzowane w tab. 1.

Tabela 1

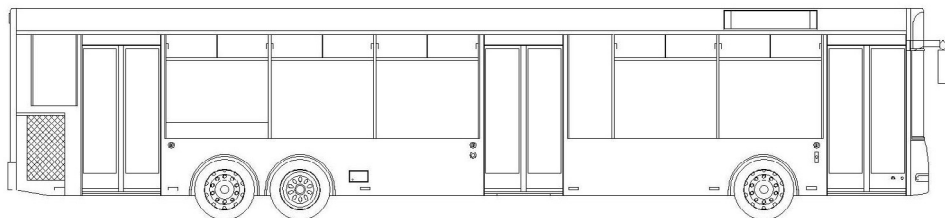
Charakterystyka głównych typów autobusów

Kategoria	Oznaczenie literowe	Liczba pasażerów	Masa całkowita (t)	Długość (m)	Przykłady pojazdów dostępnych na polskim rynku
MINI	M, MN	Do 50	6÷9	6÷8	Autosan H7-10
MIDI	A, AN	Do 75	12÷15	9÷10	Jelcz M101i
MAXI	B, BN	Do 120	16÷19	11÷12	Solaris Urbino 12
MEGA	C, CN	Powyżej 120	24÷28	Do 18	MAN Lion's City G

Na rys. 1 i 2 pokazano schematycznie wybrane typy pojazdów. Pojazdy klasy mega można podzielić na dwie grupy – jedno- i dwuczłonowe. Dwuczłonowe mają w typowych wersjach cztery pary drzwi dwuskrzydłowych, natomiast jednoczłonowe trzy pary. Ta krótka charakterystyka jest obrazem typowych pojazdów obsługujących linie komunikacyjne na terenie Polski, w innych krajach, szczególnie w zachodniej części Europy, typowy jest brak drzwi znajdujących się w tylniej części pojazdu.



Rys. 1. Autobus dwuczłonowy, trzyosiowy klasy MEGA



Rys. 2. Autobus jednoczłonowy, trzyosiowy klasy MEGA

Nowoczesne autobusy miejskie są budowane powszechnie jako autobusy niskopodłogowe z silnikiem umieszczonym z tyłu (oznaczenie „N” w tab. 1). Są to autobusy, w których co najmniej 35% powierzchni podłogi przeznaczonej dla pasażerów stojących (lub powierzchni przedniego członu w przypadku autobusów przegubowych) tworzy jednolitą powierzchnię bez stopni, do której dostęp jest zapewniony przez co najmniej jedne drzwi pasażerskie z pojedynczym stopniem³. Do zalet tego typu pojazdów należy zaliczyć:

- krótszy czas wymiany pasażerów na przystankach,
- łatwe wsiadanie pasażerów niepełnosprawnych,
- łatwe wsiadanie pasażerów w podeszłym wieku,
- łatwe wprowadzanie wózków dziecięcych.

Wybrane determinanty doboru taboru do wielkości potoków pasażerskich

Istotne jest, aby pojazdy nie kursowały przepelnione, gdyż wpływa to niekorzystnie na wizerunek oferty przewozowej, a tym samym zmniejsza popyt na tego rodzaju usługi. Zapełnienie pojazdu można określać w dwojaki sposób. Znając zmienność napełnienia pojazdu w ciągu dnia, odcinka trasy oraz kierunku znamy zapełnienie pojazdu w danej chwili – pomiar dynamiczny. Stopień wykorzystania pojazdów na trasie mierzy się współczynnikiem zapełnienia, tj. stosunkiem liczby przewiezionych w określonym czasie w obu kierunkach pasażerokilometrów do wykonanych miejscokilometrów. Wielkość taboru można również określać za pomocą liczby przewiezionych pasażerów w danej porze dnia w danym kierunku. Jest to pomiar statyczny. Ten rodzaj pomiaru pozwala na zweryfikowanie wielkości taboru pod kątem jego dostosowania do występu-

³ PN – S – 47010, 1999, Pojazdy drogowe. Autobusy. Wymagania podstawowe.

jących potrzeb. Znana jest tylko maksymalna liczba pasażerów, jaka teoretycznie może się znajdować w pojeździe. Gdy liczba ta jest odpowiednio mniejsza od maksymalnej pojemności taboru, wskazane jest wyznaczenie do obsługi mniejszego taboru.

Zmiana pojemności taboru powoduje na ogół zmianę liczby miejsc do stania, a tym samym zmianę liczby pasażerów przypadających na 1 m² powierzchni przeznaczonej do stania. Natomiast liczba miejsc siedzących nie zmienia się tak szybko przy zmianie pojazdu, jak w przypadku miejsc stojących.

Zakładając poziom standardu obsługi „d” można obliczyć powierzchnię miejsc do stania ze wzoru⁴:

$$S = \frac{N-C}{d} \text{ [m}^2\text{]} \quad (1)$$

gdzie:

N – średnie napełnienie pojazdu (całkowita liczba pasażerów w pojeździe) [pas],

C – liczba miejsc siedzących [pas],

d – stopień zapełnienia powierzchni miejsc do stania, odpowiednio przed i po zmianie taboru [pas/m²].

W zależności od poprawy standardu obsługi poprzez zmniejszenie powierzchni miejsc do stania zmienia się koszt eksploatacji pojazdu. Zmiana taboru z mniejszego na większy powoduje na ogół większy jednostkowy koszt eksploatacji, który jest związany m.in. z pojemnością silnika, a co za tym idzie zużyciem paliwa oraz większą liczbą elementów wymagających bieżącej obsługi.

Kolejny aspekt, w którym występuje m.in. zagadnienie wielkości taboru dotyczy częstotliwości kursowania, która jest możliwa do obliczenia m.in. za pomocą wzoru⁵:

$$f = \frac{P_{\max}}{p \cdot k} \left[\frac{\text{pojazdów}}{h} \right] \quad (2)$$

gdzie:

P_{max} – maksymalny potok pasażerski na linii w godzinie szczytu [pas/h]

p – nominalna pojemność taboru [pas/pojazd],

k – współczynnik nierównomierności potoku w godzinie szczytu, uwzględniający chwilowe spiętrzenie ruchu – najczęściej w wysokości 0,7-0,8.

⁴ A. Rudnicki, Jakość komunikacji miejskiej, SITK, Kraków 2009, s. 270.

⁵ Wytyczne planowania systemu linii (marszrut) komunikacji miejskiej, BPRW, Warszawa 1988.

Jest to również jeden ze sposobów poprawy standardu obsługi. Zwiększenie częstotliwości powoduje zmniejszenie interwału międzypojazdowego, a co za tym idzie, zmniejszenie czasu oczekiwania na przystanku, który jest jednym ze składników czasu podróży.

Zmiana częstotliwości jako przykład możliwości stosowania pojazdów różnej wielkości

W tab. 2 pokazano przykładowe wielkości potoków pasażerskich na jednej z linii komunikacji miejskiej. Zostały w niej wyróżnione poszczególne charakterystyczne okresy ruchu pasażerskiego, tj. godziny szczytowe oraz pozaszczytowe. Dla uproszczenia obliczeń założono, że linia ma charakter okrężnej, a całkowita długość trasy wynosi 22,4 km.

Zakładając obsługę linii autobusem klasy MEGA o pojemności 100 pasażerów i korzystając ze wzoru (1), dla $k = 0,8$, obliczono liczbę kursów i wyznaczono interwał międzypojazdowy dla analizowanej linii. Wyniki zawarto w tab. 2, natomiast w tab. 3 zaproponowano zmiany w rozkładzie jazdy – kolorem szarym zaznaczono godziny szczytowe.

Tabela 2

Częstotliwość kursowania pojazdów na linii komunikacji miejskiej

Cecha		Przed szczytem porannym	W szczycie porannym	Między szczytami	W szczycie popołudniowym	Po szczycie popołudniowym
Łączna liczba pasażerów		70	180	209	303	171
Maksymalna liczba pasażerów w godzinie szczytowej		38	98	76	114	56
Liczba kursów	100-miejscowy	1	2	1	2	1
	35-miejscowy	2	4	3	5	2
Interwał międzypojazdowy [min]	100-miejscowy	60	30	60	30	60
	35-miejscowy	30	15	20	12	30

Tabela 3

Proponowane zmiany na analizowanej linii komunikacyjnej

Przedział czasowy	Stan istniejący		Proponowane zmiany			
			100-miejscowy		35-miejscowy	
	liczba kursów	godziny rozpoczęcia kursów	liczba kursów	godziny rozpoczęcia kursów	liczba kursów	godziny rozpoczęcia kursów
04:00-05:00	1	4:45	1	4:45	2	4:30, 5:00
05:00-06:00	1	5:30	1	5:30	2	5:30, 6:00
06:00-07:00	1	6:29	1	6:29	2	6:29, 7:00
07:00-08:00	2	7:09, 7:54	2	7:05, 7:35	4	7:05, 7:20, 7:35, 7:50
08:00-09:00	1	8:34	2	8:05, 8:35	4	8:05, 8:20, 8:35, 8:50
09:00-10:00	2	9:04, 9:39	2	9:34	3	9:14, 9:34, 9:54
10:00-11:00	1	10:34	1	10:34	3	10:14, 10:34, 11:54
11:00-12:00	2	11:04, 11:34	1	11:34	3	11:14, 11:34, 11:54
12:00-13:00	1	12:34	1	12:34	3	12:14, 12:34, 12:54
13:00-14:00	2	13:09, 13:49	2	13:09, 13:39	5	13:09, 13:21, 13:33, 13:45, 13:57
14:00-15:00	2	14:14, 14:49	2	14:09, 14:39	5	14:09, 14:21, 14:33, 14:45, 14:57
15:00-16:00	1	15:29	2	15:09, 15:39	5	15:09, 15:21, 15:33, 15:45, 15:57
16:00-17:00	1	16:24	1	16:24	2	16:09, 16:39
17:00-18:00	1	17:09	1	17:09	2	17:09, 17:39
18:00-19:00	1	18:09	1	18:09	2	18:09, 18:39
19:00-20:00	1	19:09	1	19:09	2	19:09, 19:39
20:00-21:00	0	-	0	-	0	-
21:00-22:00	1	21:54	1	21:54	2	21:24, 21:54
22:00-23:00	0	-	0	-	0	-
23:00-24:00	0	-	0	-	0	-
Suma:	22	-	-	23	51	-

Zastosowanie wzoru (2) wykazało, że dobierając pojazd o tej samej wielkości należy wprowadzić jeden dodatkowy kurs, natomiast dla pojazdu klasy mini (do 35 miejsc) konieczne jest ponad 2-krotne zwiększenie kursów. W tab. 4 zestawiono koszty zmiany taboru w zależności tylko od jednego czynnika – wiel-

kości zużycia paliwa oraz pokazano poprawę standardu obsługi poprzez zwiększenie częstotliwości kursowania linii. Z tabeli wynika, że zmiana na mniejszy pojazd powoduje zwiększenie kosztów eksploatacji związanych ze zużyciem paliwa o około 33%, ponieważ w skład kosztów obsługi linii wchodzi nie tylko koszty związane ze zużyciem paliwa, ale także zatrudnienia obsługi oraz zakupu i rozdysponowania taboru.

Tabela 4

Porównanie kosztów zużycia paliwa dla analizowanej linii

Cecha	Dotychczasowy rozkład jazdy	Zmiana rozkładu według wzoru (2) (pojazd 100-miejscowy)	Zmiana rozkładu według wzoru (2) (pojazd 35-miejscowy)
Liczba kursów	21	22	51
Zużycie paliwa (l/100 km)	35	35	20
Koszt zakupu paliwa (zł/l)	5		
Łączny dzienny koszt zużycia paliwa (zł)	862	902,0	1142,0
Interwał czasowy w godzinie szczytu (min)	do 30 minut	do 30 minut	do 12 minut

Podsumowanie

Współczesny rozwój motoryzacji przyczynił się do znacznego spadku podróży realizowanych za pomocą transportu zbiorowego. Jednym ze sposobów odwrócenia tej niekorzystnej dla finansów publicznych, bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz środowiska tendencji jest dostosowywanie oferty przewozowej do wymagań podróźnych. Do osiągnięcia tego celu konieczne jest zapewnienie pożądanego standardu obsługi m.in. poprzez wydelegowanie do obsługi linii odpowiedniego taboru. Podstawową kwestią przy jego wyborze jest jego wielkość determinowana wielkością potoków pasażerskich. W odpowiedzi na tę determinantę obsługa linii odbywa się taborem sklasyfikowanym w cztery podstawowe grupy – tabor typu A, M, B, C. Wpływa to nie tylko na wizerunek transportu zbiorowego, ale również na jeden ze składników czasu podróży, którym jest czas oczekiwania podróźnego na przystanku. W opracowaniu podjęto próbę skorzystania z odpowiedniej zależności i na jej podstawie zaproponowano nowy rozkład jazdy istniejącej już linii. Okazało się, że koszt obsługi dla mniejszego

taboru według tych założeń okazał się ponad 33% wyższy. W aspekcie kosztów przewidywalnych jest to znaczny wzrost, jednak obliczona częstotliwość (dochodząca nawet do 12 minut) mogłaby w znacznym stopniu wpłynąć na wzrost liczby podróży analizowaną linią poprzez uatrakcyjnienie oferty dzięki zmniejszeniu czasu oczekiwania na pojazd.

DEMAND FOR FREIGHT AS DETERMINANT OF VEHICLES CAPACITY IN LINE BUS TRANSPORTATION MAINTENANCE

Summary

The article presents main issues concerning the development of the services offered in the public transport fleet with the selection of a vehicles capacity to operate communication lines. Formulas have been presented for achieving this aim, and is an example of the calculations using one of them. Have also calculated the effects of organizational and economic changes resulting from the use of these formulas presents the types of vehicles that transport managers can make to support the communication lines.