

Adam MOLECKI¹

ZESPOŁY PRZYSTANKOWE JAKO WIELOKANALOWE SYSTEMY OBSŁUGI

Streszczenie. Artykuł przedstawia proces analizy zapotrzebowania na stanowiska przystankowe przez świadczeniodawców na rynku przewozów pasażerskich. Metoda odnosi się do rozkładu jazdy oraz występujących opóźnień i różnicowanych czasów obsługi przystanku jako czynników o charakterze losowym.

W praktyce opisywaną metodę zastosowano do określenia liczby koniecznych stanowisk i przydziału linii na autobusowym zespole przystankowym Dąbrowa Górnicza Centrum.

COMPLEX OF BUS STOPS AS A MULTICHANNEL SYSTEM OF SERVICE

Summary. The article presents the process of analysing the service-providers – demand for bus stop bays in the passenger transport system. This method relates to timetable as a determining factor as well as to the existing delays and differential time of bus stop service as random factors.

The described method was practically used to determine the number of necessary bus stop points and allocation of lines for bus stop Dąbrowa Górnicza Centrum.

1. WPROWADZENIE

Podczas budowy bądź modernizacji zespołów przystankowych jedną z podstawowych kwestii do rozważenia jest liczba koniecznych stanowisk. Zbyt duża ich liczba wiąże się z:

- niezadowoleniem użytkownika finalnego (pasażera) z powodu konieczności pokonywania zbyt dużych odległości między stanowiskami podczas przesiadek,
- niechęcią do korzystania z nich z powodu różnego rodzaju lęków (np. agorafobii² itp.),
- podniesieniem kosztów budowy,
- stratami użytkowymi dla miasta z uwagi na zwiększenie zajętości terenu,
- ponoszeniem zawyżonych kosztów utrzymania obiektu (poczynając od podatków, a na sprzątanii czy odśnieżaniu kończąc).

Oczywiście najważniejszą uciążliwością jest ta pierwsza, gdyż w każdym przypadku należy przede wszystkim brać pod uwagę zadowolenie klienta.

Zbyt mała liczba stanowisk jest jeszcze gorsza w skutkach. W tym przypadku pasażer narażony jest na:

- zbędne opóźnienia środków komunikacji z powodu oczekiwania na zwolnienie stanowiska,
- konieczność pospiesznego przemieszczania się wzdłuż przystanku w przypadku

¹ Wydział Transportu, Politechnika Śląska, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, adam.molecki@polsl.pl

² agorafobia - lęk przed otwartą przestrzenią

traktowania przez kierujących pojazdami przystanku jako wielokrotny³,

- możliwość niezauważenia oczekiwanego pojazdu zatrzymującego się z dala od wyznaczonego miejsca,
- możliwość pomyłki przy wyborze pojazdu zatrzymującego się na niewłaściwym stanowisku,
- tłok i przepychanie panujące na stanowisku (wzmaga się zagrożenie np. antropofobią⁴).

Dodatkowo pojazd zatrzymany w miejscu niewłaściwym (poza wskazanym stanowiskiem) wydłuża czas wymiany pasażerów, a więc sztucznie zwiększa zapotrzebowanie na liczbę stanowisk.

Ponadto, przewoźnicy (a pośrednio organizatorzy przewozu) ponoszą koszty dodatkowych zatrzymań i rozruchów, wydłużonych czasów obsługi przystanków. Miasto natomiast zamiast oszczędzić teren, ponosi znaczne koszty utrudnień w ruchu innych pojazdów, na skutek zatrzymań pojazdów komunikacyjnych na jezdni ogólnodostępnej podczas oczekiwania na zwolnienie stanowiska. To oczywiście powoduje sztuczne zawyżanie popytu na powierzchnię transportową ogólnodostępną. Wymiar tego zapotrzebowania (np. na dodatkowy pas ruchu) jest nieporównywalnie większy niż teren zajmowany przez dodatkowe stanowisko przystankowe.

2. KLASYCZNE PODEJŚCIE DO WYMIAROWANIA ZESPOŁÓW PRZYSTANKOWYCH

W codziennej praktyce rzadko się zdarza wymiarowanie zespołów przystankowych. Zazwyczaj dzieje się tak podczas projektowania dworców komunikacji miejskiej. W pozostałych przypadkach schemat postępowania jest następujący:

- organizacja pojedynczego stanowiska,
- organizacja kolejnych stanowisk w przypadku występowania problemów związanych z przepustowością.

Podczas projektowania dworców komunikacji miejskiej liczbę stanowisk określa się jako:

- liczbę obsługiwanych docelowo kierunków,
- liczbę wynikającą wprost z rozkładu jazdy,
- liczbę wynikającą z ogółu czasu zajętości stanowisk odniesionego do rozpatrywanego okresu czasu pomnożoną przez dobrane różne współczynniki korygujące (1):

$$L = \alpha * \beta * \gamma * t_p * l_k / t_c \quad (1)$$

gdzie: L - wymagana liczba stanowisk,

α - współczynnik korygujący uwzględniający nierównomierność odjazdów,

β - współczynnik korygujący uwzględniający strukturę kierunkową odjazdów (nierównomierne wykorzystanie stanowisk),

γ - współczynnik korygujący uwzględniający rezerwę techniczną,

t_p - przeciętna długość czasu zajęcia stanowiska przez pojazd,

l_k - liczba kursów w rozpatrywanym okresie,

t_c - długość rozpatrywanego okresu czasu.

³ obsługa przystanku wielokrotnego polega na jednokrotnym zatrzymaniu (w dowolnym miejscu przy platformie przystankowej) i obsłudze pasażerów - w praktyce stosowane w komunikacji tramwajowej (przystanki podwójne) i w komunikacji autobusowej (przystanki dla wysiadających)

⁴ antropofobia - lęk przed tłumem

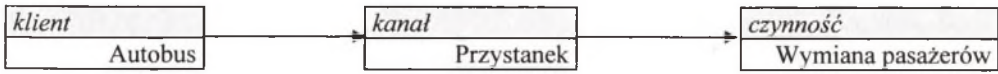
Pierwsze podejście w zależności od szczegółowości będzie w naturalny sposób prowadzić do przeszacowania lub niedoszacowania potrzeb. Nie wyklucza również przeszacowania potrzeb w wybranych kierunkach, przy jednoczesnym niedoszacowaniu innych.

Drugie rozwiązanie może prowadzić do znacznych komplikacji po zmianach rozkładów, związanych choćby z remontami układu drogowego.

Ostatnie rozwiązanie (zbliżone do szeroko stosowanych na kolei [1]) wymaga określenia wartości współczynników korygujących i na tym etapie można popełnić najwięcej błędów. Współczynniki mogą również mieć bardzo różne wartości w zależności od kierunku. Przykładem może być obsługa komunikacyjna wielkiego zakładu produkcyjnego, wymagająca w krótkim czasie podstawienia wielu pojazdów, i innych stref miasta, wymagająca w miarę równoodstępowego rozkładu jazdy. Nie można również w pełni racjonalnie dobrać współczynników korygujących, uwzględniających opóźnienia. Stąd też wzór nie jest w pełni przydatny do zastosowania w przypadku przystanków pośrednich.

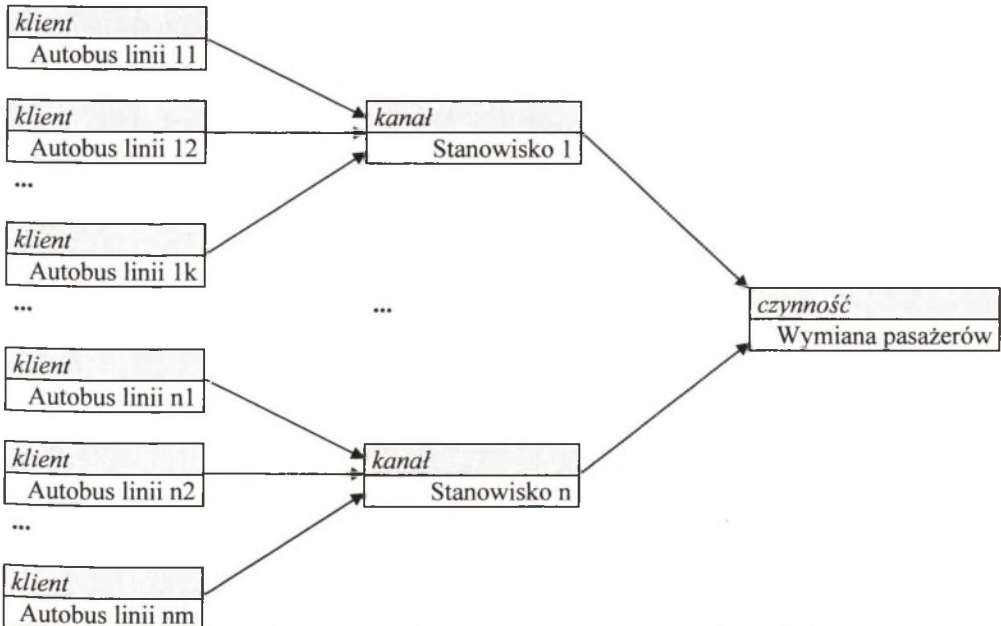
3. ROZWINIĘCIE METODY KOLEJKOWEJ DLA CELÓW KOMUNIKACJI PUBLICZNEJ

Klasyczne metody teoriokolejkowe doboru liczby stanowisk obsługowych zakładają korzystanie klienta z dowolnego stanowiska obsługowego [2]. W przypadku komunikacji publicznej system przedstawia się jak na rys.1 i 2.



Rys. 1. Obsługa przystanku komunikacji miejskiej w klasycznym systemie kolejkowym

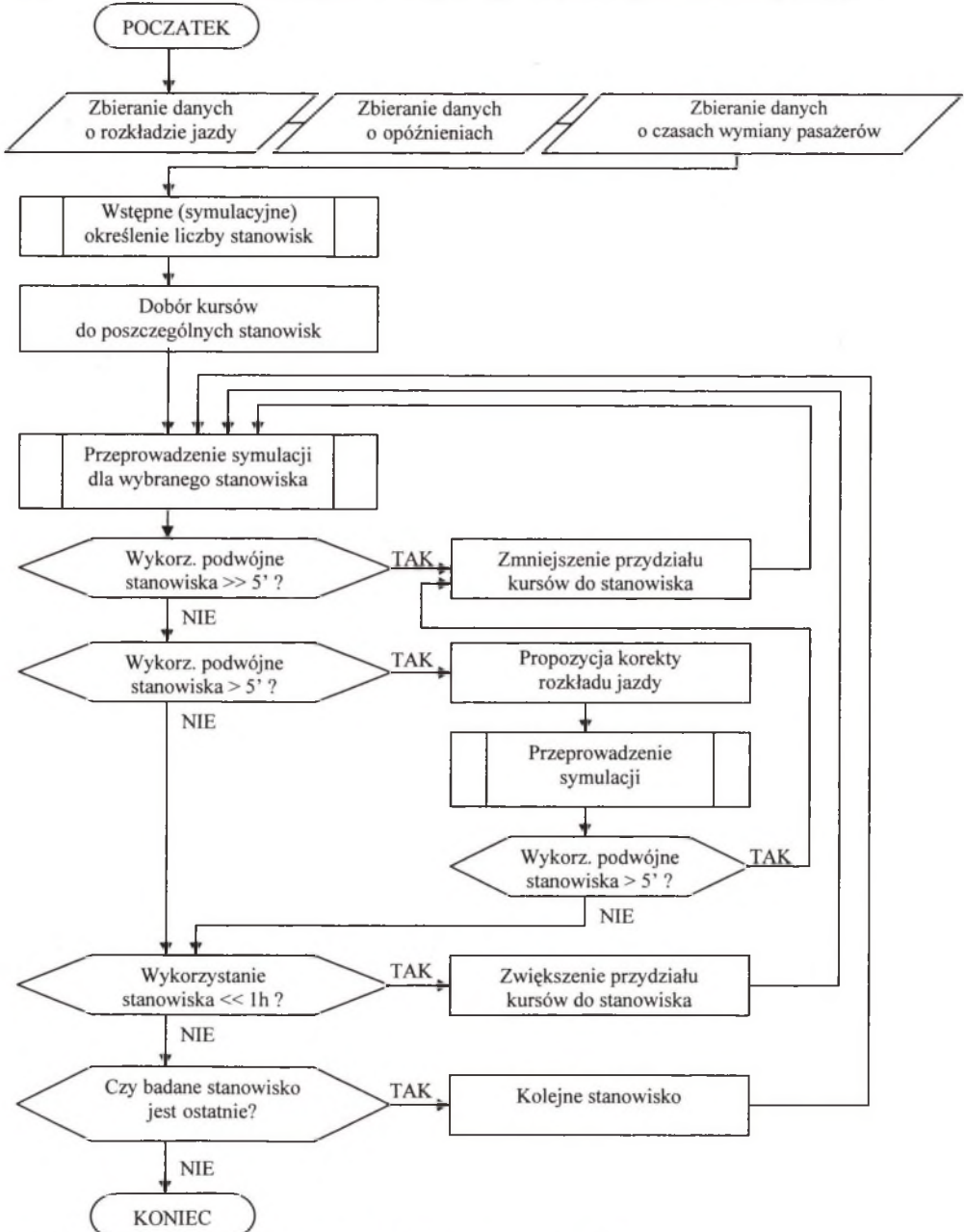
Fig. 1. Service of public transport stop in a classical queuing system



Rys. 2. Obsługa przystanku komunikacji miejskiej w rozwiniętym systemie kolejkowym

Fig. 2. Service of public transport stop in an advanced queuing system

Transport pasażerski charakteryzuje się jednak dodatkowym ograniczeniem w postaci przypisania kursu linii komunikacyjnej (zazwyczaj wszystkich w kursów linii prowadzących w jednym kierunku) do konkretnego stanowiska przystankowego. Jest to bezsprzecznie jedna z podstawowych cech zapewnienia wysokiej jakości komunikacji publicznej. Stąd też pojawia się konieczność rozwinięcia systemu kolejkowego do postaci przedstawionej na rys. 2.



Rys. 3. Schemat procesu analizy przydziału kursów do stanowisk

Fig. 3. The scheme of analysing process of allocation buses to the bus stop points

Jednocześnie analiza sprawności obsługi pasażera odwraca standardową procedurę postępowania (rys. 3). Obliczanie liczby stanowisk na podstawie popytu zastępuje proces złożony:

- z wyznaczenia liczby stanowisk,
- z przypisania stanowiskom właściwych kursów,
- ze sprawdzenia, czy liczba koniecznych *kanalów obsługowych* dla wszystkich stanowisk wynosi 1.

Oparcie symulacji na rzeczywistych danych z okresu poprzedzającego projekt modernizacji węzła znacząco zmniejsza możliwość popełnienia błędów.

4. PRZYKŁAD DĄBROWY GÓRNICZEJ CENTRUM

Dąbrowa Górnicza Centrum to najważniejszy zespół przystankowy miasta i jeden z najważniejszych w całym Zagłębiu Dąbrowskim. Dwa przystanki autobusowe wykorzystywane są przez około 30 linii autobusów komunalnych [3].

Obecnie, mimo że obydwie przystanki pozwalają na wydzielenie czterech stanowisk, każdy przystanek w jednym kierunku jest jednostanowiskowy, a w drugim – dwustanowiskowy.

Postępując się opisaną metodą, postarano się rozstrzygnąć:

- czy jest to stan poprawny (bądź zadowalający),
- czy zwiększenie liczby stanowisk do 4 nie spowoduje opisanych skutków negatywnych występujących dla przeszacowania potrzeb,
- czy możliwe jest bezkonfliktowe wydzielenie grup linii obsługujących stanowiska (niezmuszanie pasażerów do zbytecznej zmiany stanowisk).

Po przeprowadzeniu analizy stanu obecnego wykazano, że stan obecny nie może być uznany za zadowalający (tabl. 2). Tablica nie obrazuje tego dokładnie ze względu na dyskretyzację, ale otrzymane wyniki wskazywały na możliwości zgłaszania się nawet 5-6 pojazdów jednocześnie na pojedyncze stanowisko. Oczywiście prawdopodobieństwo takiego zdarzenia było niewielkie, ale występowało.

Dokonano podziału na grupy linii, kierując się przede wszystkim przebiegiem w zakresie 2÷6 km od badanego miejsca. Taka długość podróży jednym autobusem jest najczystsza, więc taką postanowiono uznać za priorytetową dla uzyskania satysfakcji większości pasażerów.

W kierunku Będzina, Katowic, Sosnowca i dzielnicy Mydlice nie występowały problemy z podziałem. Obecnie są wydzielone linie w kierunku Będzina, wytrasowane z pominięciem dzielnicy Mydlice. Ta grupa linii została pozostawiona bez dalszych podziałów (tabl. 1). Stworzono 2 warianty podziału pozostałej grupy linii:

- wszystkie wytrasowane przez Mydlice; Sosnowiec Zagórze; drogową trasę Katowice – Dąbrowa Górnicza;
- większość wytrasowanych przez Mydlice; wszystkie przez Sosnowiec Zagórze; wszystkie do Katowic z pominięciem Sosnowca Zagórze.

Trudniejszy dobór dotyczył podziału dla kierunku dzielnic Gołonóg, Reden, Staszic, Strzemieszyce i Ząbkowice. Tu ze względu na gęstą sieć połączeń stworzono 4 warianty zbliżone do siebie funkcjonalnie, a o wyborze powinien zdecydować jedynie wynik przeprowadzonej analizy.

Ze względu na kontrowersyjność zastosowanego podziału i mogące z tego wynikać uciążliwości dla pasażerów zdecydowano się przebadać alternatywnie jeszcze piąty podział, zakładający, że wszystkie linie zmierzające w kierunku Gołonoga, niezależnie od przebiegu

trasy, będą obsługiwane na 1 stanowisku na zasadzie przystanku podwójnego⁵. Pozostałe linie miałyby przydzielone stanowiska obsługiwane tradycyjnie.

Tablica 1

Warianty przypisania linii do stanowisk (w nawiasach liczba kursów)

wariant	stanowisko 1	stanowisko 2	stanowisko 3	stanowisko 4
KIERUNEK: GOŁONÓG, REDEN, STASZIC, STRZEMIESZYCE, ZABKOWICE				
G0*)	18,27,28,49,55,84,116,140, 175,260,634,635,637,644, 690,801,803,806,807,808, 809,811,814,831,928,933, 984 (578)			
G1	28,49,84,634,928,984 (109)	27,55,116,175,644,808, 814,933 (199)	140,260,635,637, 690,803,806,809 (134)	18,801,807,811,831 (36)
G2	28,49,84,634,928,933,984 (117)	140,175,260,635,637,80 3,806,809 (137)	27,55,116,644,808,8 14 (165)	18,690,801,807, 811,831 (159)
G3	28,49,84,634,928,984 (109)	260,803,806,809 (62)	116,140,175,635, 637,644,814 (147)	18,27,55,690,801, 807,808,811,831, 933 (260)
G4	28,49,84,260,634,928,984 (132)	116,140,175,635,637,64 4,814 (147)	18,801,807,811,831 (136)	27,55,690,803,806, 808,809,933 (163)
G5	28,49,84,634,928,984 (109)	140,175,260,635,637,80 3,806,809 (137)	18,27,55,116,644, 690,801,807,808, 811,814,831,933 (332)	
KIERUNEK: BĘDZIN, KATOWICE, SOSNOWIEC, MYDLICE				
M0*)	28,49,140,175,635,637,803, 806,809,928,933 (162)	18,27,55,84,116,182, 260,604,634,690,801, 807,808,811,814,821, 831,984,S-8 (447)		
M1	28,49,140,175,635,637,803, 806,809,928,933 (162)	27,84,116,260,604,634, 807,814,984 (225)	18,55,182,690,808, 811 (178)	801,821,831,S-8 (44)
M2	28,49,140,175,635,637,803, 806,809,928,933 (162)	27,84,116,260,604,634, 984 (167)	801,807,814,821, 831,S-8 (102)	18,55,182,690,808, 811 (178)

*) wariant obecny

Tablica 2

Wyniki przeprowadzonych analiz

wariant	stanowisko 1			stanowisko 2			stanowisko 3			stanowisko 4		
	Średnie dobowe zapotrzebowanie na stanowisko zgłaszane przez [min]											
	1 poj.	2 poj.	3 poj.	1 poj.	2 poj.	3 poj.	1 poj.	2 poj.	3 poj.	1 poj.	2 poj.	3 poj.
G0	228	82	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G1	55	1	0	93	0	0	65	2	0	69	1	0
G2	59	1	0	67	2	0	79	3	0	79	2	0
G3	55	1	0	31	1	0	72	2	0	121	7	0
G4	65	2	0	69	1	0	72	2	0	66	1	0
G5	55	1	0	67	2	0	147	12	0	-	-	-
M0	78	3	0	190	19	1	-	-	-	-	-	-
M1	78	3	0	108	5	0	87	3	0	23	0	0
M2	78	3	0	82	3	0	52	1	0	87	3	0

⁵ przystanek podwójny – stosowane najczęściej w komunikacji tramwajowej rozwiązanie polegające na zatrzymywaniu się pojazdu na dowolnym stanowisku zespołu przystankowego

Podczas analizy dla wielu hipotetycznych przydziałów uzyskano wyniki wskazujące na zapotrzebowanie na 2 stanowiska przez kilka minut dziennie, mimo że rozpatrywane było pojedyncze stanowisko. Należy pamiętać, że może to oznaczać np. że kilka razy na dobę przyjadą 2 autobusy o podobnej porze i jeden z nich będzie musiał kilkanaście sekund poczekać na zwolnienie stanowiska. Jeśli jest to wielkość rzędu właśnie $1 \div 2$ minut, problem należy uznać za nieistotny, choć z góry założyć pewien próg dopuszczalnego obniżenia jakości i skorelować go z możliwościami infrastruktury i potrzebami przewoźowymi. W przypadku wystąpienia braków kilkunastominutowych, sprawa jest dużo trudniejsza, gdyż może się zdarzyć nawarstwianie problemów, a kursów opóźnionych z tego powodu będzie już kilkadziesiąt.

5. PODSUMOWANIE

Przedstawiona metoda pozwala na stosunkowo szybką ocenę skutków przypisania poszczególnych linii (kursów) do stanowisk przystankowych. Jednocześnie może służyć do oceny wpływu zmian rozkładów jazdy na przepustowość przystanków i zespołów przystankowych.

W dobie liberalizacji rynku transportu publicznego bardzo istotnym problemem, który może być rozwiązany, jest ocena wpływu dopuszczenia kolejnego przewoźnika do korzystania z infrastruktury.

Analiza może również wykazać, że komunikacja autobusowa (drogowa) jest w tym przypadku niewydolna i należy wdrożyć program budowy (rozbudowy) komunikacji tramwajowej, kolejowej itp.

Literatura

1. Cieślakowski S.J.: Stacje kolejowe. WKiŁ, Warszawa 1992.
2. König D., Stoyan D.: Metody teorii obsługi masowej. WNT, Warszawa 1979.
3. www.kzkgop.com.pl (Komunikacyjny Związek Komunalny GOP).