

Identyfikacja potoków pasażerów w kolejowej komunikacji regionalnej

Przy planowaniu ruchu pociągów pasażerskich podstawowym zagadnieniem jest jak najdokładniejsze określenie liczby podróży przemieszczających się między poszczególnymi stacjami w określonych porach dnia, dniach tygodnia, miesiąca lub porach roku. Im dokładniejsze jest określenie potoków podróży, tym lepiej można dopasować ofertę przewozową do potrzeb ludności. Informacje te są potrzebne nie tylko operatorowi kolejowemu realizującemu przewozy, lecz również samorządowi województwa, odpowiedzialnemu na organizację i finansowanie kolejowych przewozów regionalnych.

W artykule podjęto rozważania dotyczące podstaw teoretycznych identyfikacji potoków pasażerskich oraz ich weryfikacji na wybranych odcinkach sieci kolejowej.

Podstawy teoretyczne

W organizacji kolejowych przewozów pasażerskich podstawowymi pojęciami są między innymi: relacja przewozu pasażera, relacja pociągu, struga relacyjna i potok pasażerów. Pojęcia te w literaturze przedmiotu określane są za pomocą różnych sformułowań, lecz przy zachowaniu identycznego znaczenia merytorycznego [2, 5, 6].

Relacja przewozu pasażera (zwana także relacją podróży) jest określana nazwą pary punktów eksploatacyjnych sieci kolejowej, czynnych dla odprawy podróży, między którymi ma się odbywać (odbywa się lub odbył się) przewóz pasażera (pasażerów).

Punkt, w którym pasażer rozpoczyna podróż, nazywa się najczęściej początkowym, a punkt, w którym ją kończy – końcowym (docelowym).

Punkty odprawy podróży urządziła się na stacjach (zwanych pasażerskimi lub osobowymi) oraz na szlakach poza stacjami, jako przystanki osobowe. Sieć kolejowa i urządzona na niej punkty odprawy podróży są immobilne, a liczba tych punktów jest stała w dłuższych okresach. W związku z tym zbiór możliwych relacji przewozu jest ściśle

określony i przy m punktach odprawy liczy $[(m \times m) - m]$ relacji. Na przykład, gdy $m = 3000$, to liczba możliwych relacji przewozu wynosi 8 997 000 (!).

W rzeczywistości liczba czynnych relacji przewozowych jest znacznie mniejsza. Wynika to między innymi z wielkości i struktury realnego zapotrzebowania na przewozy, dostępności punktów odprawy dla poszczególnych rodzajów przewozów i układu połączeń eksploatacyjnych między tymi punktami. Zbiór czynnych relacji przewozowych jest bazą do określenia innego zbioru, którego elementami są rodzaje pociągów i drogi ich przemieszczania.

Miarami wielkości szczegółowych zadań przewozowych, stosowanymi w kolejowym ruchu pasażerskim, są liczby pasażerów do przewiezienia w ciągu określonego czasu, odnośzone do konkretnych relacji przewozowych, relacji i tras przejazdu pociągów, odcinków linii, stacji, punktów odprawy itp., z uwzględnieniem kierunku i rodzaju przewozów. Liczby te nazywa się strugami lub potokami pasażerów i określa zależnie od potrzeb, jako wielkości maksymalne, średnie, godzinowe, dobowe, roczne, odcinkowe, stacyjne, pociągowe itp., przy zastosowaniu tabelarycznej lub graficznej formy prezentacji.

W inżynierii planowania ruchu pasażerskiego podstawowe znaczenie mają wielkości dobowe strug relacyjnych i potoków odcinkowych, definiowane odpowiednio jako liczba pasażerów przypadająca na poszczególne relacje przewozowe i na poszczególne odcinki linii, położone między punktami odprawy czynnymi dla danego kierunku i rodzaju przewozów (międzynarodowe, międzyregionalne, regionalne, aglomeracyjne). Wielkości te są niezbędne do wyznaczenia racjonalnych relacji i tras jazdy pociągów, ustalenia ich liczby i wielkości składów, określenia miejsc postoju handlowego itp.

W ocenie efektywności przewozów i ewentualnej weryfikacji planów ruchu pasażerskiego, szczególnie ważne znaczenie mają potoki pociągowe. Potokiem pociągowym nazywa się liczbę pasażerów znajdujących się w pociągu na trasie jego jazdy od stacji początkowej do stacji końcowej.

Niektóre pociągi pasażerskie (np. szybkiej komunikacji międzymiastowej) przejeżdżają całą trasę bez pośrednich postojów handlowych. Używając pojęcia potoku pociągowego, można powiedzieć, że dla każdego z nich ma on wartość stałą – $P = \text{constans}$. Stały jest również współczynnik α wykorzystania miejsc w takich pociągach, zwany również współczynnikiem zapelnienia pociągu podróży:

$$\alpha = \frac{P}{\Sigma W} [\text{pas./1 miejsce}]$$

gdzie:

- P – liczba pasażerów znajdujących się w składzie danego pociągu,
- ΣW – liczba miejsc pasażerskich (miejsc inwentarzowych) w składzie tego pociągu.

Większość pociągów ma pośrednie postoje handlowe do obsługi wszystkich – lub tylko wybranych – punktów odprawy położonych na trasie przejazdu. Potok pasażerów w każdym z tych pociągów jest wielkością zmienną. Na trasie

przejazdu pociągu występują odcinki o potoku największym (P_{\max}) i najmniejszym (P_{\min}). Wartość średnią P_s zmieniającego się potoku pociągowego oblicza się z uwzględnieniem pracy przewozowej netto wykonanej przez pociąg na rozpatrywanej trasie według wzoru:

$$P_s = \frac{P_1 l_1 + P_2 l_2 + \dots + P_i l_i + \dots + P_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_i + \dots + l_n} \text{ [pas.]}$$

gdzie:

n – liczba odcinków położonych między kolejnymi punktami postoju handlowego pociągu,

P_i – liczba pasażerów w pociągu na i -tym odcinku,

l_i – długość i -tego odcinka w km.

Odpowiednio do zmian potoku pasażerów w danym pociągu zmienia się współczynnik wykorzystania miejsc w jego składzie od wartości α_{\max} do α_{\min} , przy wartości średniej α_s wynoszącej:

$$\alpha_s = \frac{P_s}{\Sigma W} \text{ [pas./miejsce]}$$

Dane o potokach pociągowych służą do określenia racjonalnych wielkości i struktury składów poszczególnych pociągów.

Źródła i sposoby ustalania danych o potokach pasażerów

W praktyce eksploatacyjnej PKP SA wykorzystywane są następujące źródła danych o wielkości wykonywanych przewozów pasażerskich:

- 1) statystyka sprzedanych biletów,
- 2) wyniki liczenia podróżnych w pociągach i punktach odprawy.

W pierwszym przypadku danymi źródłowymi są miesięczne raporty o sprzedaży biletów sporządzane przez kasjerów i agentów według ustalonego wzoru i przesyłane do ośrodka informatyki w celu przetworzenia w centralnym systemie *PASAŻER*. Danymi wynikowymi są tabele i wykresy potoków pasażerów według linii i rodzajów przewozów.

W drugim przypadku danymi źródłowymi są raporty z różnych doraźnych lub okresowych akcji liczenia podróżnych w wybranych pociągach lub rejonach sieci. Danymi wynikowymi w takim przypadku są tabele i wykresy potoków w postaci określonej przez organ zarządzający przewozami w danym rejonie.

Wadą systemu *PASAŻER*, z punktu widzenia potrzeb komunikacji regionalnej, jest to, że ujmuje on przewozy dłuższe niż 100 km. Dane wynikowe z tego systemu są więc mało przydatne – lub w ogóle nieprzydatne – w oszacowaniach wielkości typowych przewozów regionalnych i aglomeracyjnych. W związku z tym, utworzone w październiku 2001 r. Zakłady Przewozów Regionalnych ustalają dane o potokach pasażerów, głównie poprzez liczenie podróżnych w pociągach i punktach odprawy. Raporty z liczenia wypełniane są ręcznie, a obróbka informacji w nich zawartych odbywa się najczęściej za pomocą sprzętu pozainformatycznego.

Główną zaletą bezpośredniego liczenia podróżnych, pod warunkiem rzetelnego wykonania badań, jest możliwość określenia rzeczywistego obciążenia przewozami wybranych pociągów i odcinków linii. Natomiast główną wadą – duża pracochłonność metody oraz mała wiarygodność.

Z tego względu, bezpośrednie liczenie podróżnych w pociągach i punktach odprawy powinno być stosowane sporadycznie, dla weryfikacji i korekty wcześniej podjętych decyzji ruchowo-przewozowych oraz zawsze starannie przygotowane i przeprowadzone.

Wyniki identyfikacji potoków pasażerów w wybranym rejonie sieci kolejowej

Do szczegółowych badań wielkości strug i potoków pasażerów wybrano rejon sieci kolejowej przedstawiony na rysunku 1. Obejmuje on odcinki linii Warszawa – Kraków i Łódź Kaliska – Dębica, które krzyżują się w węzle kolejowym Skarżysko Kamienna. Pod względem zarządzania przewozami pasażerskimi rejon ten prawie w całości podlega Świętokrzyskiemu Zakładowi Przewozów Regionalnych w Kielcach, a częściowo Zakładom Łódzkiemu i Mazowieckiemu. W rejonie znajduje się 57 punktów odprawy podróżnych urzędzonych na stacjach i przystankach osobowych, z których 27 ma czynne kasy biletowe całodobowo lub w określonych godzinach doby. Punkty te zapewniają ludności osiedlonej w obszarach ciężenia do poszczególnych stacji i przystanków względnie łatwy dostęp do systemu kolejowych przewozów regionalnych.

Zgodnie z rozkładem jazdy 2001/2002, zbiór pociągów pasażerskich, kursujących codziennie w rozpatrywanym rejonie liczy: 60 pociągów osobowych, 36 pociągów pospiesznych i 4 pociągi ekspresowe. W dni wolne od pracy liczba pociągów osobowych zmniejsza się do 52, a liczba pociągów pospiesznych w sezonie letnim zwiększa się do 44.

Identyfikację potoków pasażerów w wymienionym rejonie przeprowadzono metodą bezpośredniego liczenia podróżnych w pociągach i punktach odprawy, w dwóch okresach: od 19. do 25.11.2001 r. i od 25.02. do 04.03.2002 r.

Liczeniem objęto wszystkie pociągi osobowe i pospieszne kursujące w rejonie. Czynności liczenia powierzono kierownikom pociągów i konduktorom rewizyjnym oraz kasjerem i agentem sprzedającym bilety w punktach odprawy. W ten



Rys. 1

Tablica 1

Dobowa liczba pasażerów na odcinku Skarżysko Kamienna – Tomaszów Mazowiecki w pociągach osobowych

Kierunek parzysty

Stacja lub przystanek	Wsiadający	Wysiadający	Liczba osób w pociągu
Skarżysko Kamienna	456	-	456
Bliżyn	19	42	433
Sołtyków	18	49	402
Wólka Plebańska	20	46	376
Stąporków	17	32	361
Końskie	86	88	359
Petrykozy	37	40	356
Opoczno	142	102	396
Bratków	38	36	398
Jeleń	12	11	399
Tomaszów Mazowiecki	—	399	—
Razem	845	845	—

Kierunek nieparzysty

Stacja lub przystanek	Wsiadający	Wysiadający	Liczba osób w pociągu
Tomaszów Mazowiecki	409	-	409
Jeleń	10	14	405
Bratków	18	44	379
Opoczno	131	156	354
Petrykozy	36	40	350
Końskie	100	81	369
Stąporków	30	19	380
Wólka Plebańska	58	21	417
Sołtyków	64	24	457
Bliżyn	61	28	490
Skarżysko Kamienna	—	490	—
Razem	917	917	—

Tablica 2

Dobowa liczba pasażerów na odcinku Skarżysko Kamienna – Sandomierz w pociągach osobowych

Kierunek nieparzysty

Stacja lub przystanek	Wsiadający	Wysiadający	Liczba osób w pociągu
Skarżysko Kamienna	604	—	604
Wąchock	104	92	616
Starachowice	250	204	662
Brody Iłżeckie	120	132	650
Kunów	105	100	655
Ostrowiec Świętokrzyski	129	345	439
Ćmielów	24	38	425
Jakubowice	36	48	413
Dwikozy	34	37	410
Sandomierz	—	410	—
Razem	1406	1406	—

Kierunek parzysty

Stacja lub przystanek	Wsiadający	Wysiadający	Liczba osób w pociągu
Sandomierz	166	—	166
Dwikozy	42	23	185
Jakubowice	54	27	212
Ćmielów	29	17	224
Ostrowiec Świętokrzyski	384	114	494
Kunów	122	88	528
Brody Iłżeckie	114	85	557
Starachowice	311	176	692
Wąchock	94	69	717
Skarżysko Kamienna	—	717	—
Razem	1316	1316	—

Tablica 3

Średni potok pasażerów w jednym pociągu osobowym na odcinku Skarżysko Kamienna – Tomaszów Mazowiecki

Kierunek parzysty

Stacja lub przystanek	Wsiadający	Wysiadający	Liczba osób w pociągu
Skarżysko Kamienna	76	—	76
Bliżyn	4	7	73
Sołtyków	3	8	68
Wólka Plebańska	4	8	64
Stąporków	3	6	61
Końskie	15	15	61
Petrykozy	6	7	60
Opoczno	24	17	67
Bratków	6	6	67
Jeleń	2	2	67
Tomaszów Mazowiecki	—	67	—
Razem	138	138	—

Kierunek nieparzysty

Stacja lub przystanek	Wsiadający	Wysiadający	Liczba osób w pociągu
Tomaszów Mazowiecki	69	—	69
Jeleń	2	2	69
Bratków	3	7	65
Opoczno	22	26	61
Petrykozy	6	7	60
Końskie	17	14	63
Stąporków	5	3	65
Wólka Plebańska	10	4	71
Sołtyków	11	6	76
Bliżyn	10	5	81
Skarżysko Kamienna	—	81	—
Razem	155	155	—

Tablica 4

Średni potok pasażerów w jednym pociągu osobowym na odcinku Skarżysko Kamienna – Sandomierz

Kierunek nieparzysty

Stacja lub przystanek	Wsiadający	Wysiadający	Liczba osób w pociągu
Skarżysko Kamienna	61	—	61
Wąchock	11	9	63
Starachowice	25	21	67
Brody Iłżeckie	12	14	65
Kunów	11	10	66
Ostrowiec Świętokrzyski	13	35	44
Ćmielów	4	6	42
Jakubowice	5	7	40
Dwikozy	5	6	39
Sandomierz	—	39	—
Razem	147	147	—

Kierunek parzysty

Stacja lub przystanek	Wsiadający	Wysiadający	Liczba osób w pociągu
Sandomierz	19	—	19
Dwikozy	7	4	22
Jakubowice	9	5	26
Ćmielów	5	3	28
Ostrowiec Świętokrzyski	43	13	58
Kunów	14	10	62
Brody Iłżeckie	13	10	65
Starachowice	35	20	80
Wąchock	10	8	82
Skarżysko Kamienna	—	82	—
Razem	155	155	—

sposób proces liczenia odbywał się w dwóch niezależnych przebiegach, umożliwiając konfrontację wyników odnoszących się do tego samego pociągu i punktu odprawy.

Wyniki liczenia po sprawdzeniu, skorygowaniu i przetworzeniu danych z kart spisowych opracowano w postaci tabelarycznej i graficznej. Pełny zbiór tabel i rysunków liczy kilkadziesiąt pozycji. W niniejszym artykule przedstawiono tylko te wyniki, które dotyczą odcinków Skarżysko Kamienna – Tomaszów Mazowiecki i Skarżysko Kamienna – Sandomierz, charakteryzujących się bardzo małymi przewozami pasażerskimi (tabl. 1 do 6, rys. 2 i 3).

Podsumowanie i wnioski

Dobowe potoki pasażerów na wymienionych odcinkach linii są bardzo małe, co może świadczyć o słabym zapotrzebowaniu na przewozy w rozpatrywanym rejonie sieci. Bardzo małe jest również średnie wypełnienie podróznymi jednego pociągu osobowego, a to może świadczyć o zbyt dużej pojemności składów, niedostosowanej do potrzeb.

Podobna sytuacja występuje na wielu odcinkach sieci. Przyczyn takiego stanu rzeczy jest wiele, ale nie one są przedmiotem rozważań niniejszego artykułu.

Dążenie do racjonalnej organizacji przewozów regionalnych wymaga dokładnego rozeznania potrzeb przewozowych, a więc bieżącego ich analizowania i badania. W związku z tym, poszczególne zakłady przewozowe PKP SA powinny posiadać własne (zakładowe) systemy informacyjno-informacyjne ewidencji sprzedanych biletów i ustalania danych o potokach pasażerów.

Okolicznością szczególnie sprzyjającą wdrażaniu takich systemów jest coraz większa liczba skomputeryzowanych stanowisk sprzedaży biletów w punktach odprawy podróźnych, co umożliwi automatyczną rejestrację danych źródłowych, a następnie ich automatyczne przetwarzanie.

Literatura

- [1] Cieślak Z.: *Badania kolejowych potoków pasażerskich w wybranym rejonie*. Praca magisterska wykonana pod kierunkiem dr inż. T. Dyr na Wydziale Transportu Politechniki Radomskiej w 2002 r.
- [2] Dyr T.: *Kształtowanie jakości pasażerskich usług transportowych*. Wydawnictwa Politechniki Radomskiej. Seria: Monografie nr 26, Radom 1966.
- [3] *Instrukcja w sprawie wewnętrznego systemu ewidencyjno-informacyjnego z przewozu pasażerów oraz przesyłek bagażowych i ekspresowych w przedsiębiorstwie PKP*. DG PKP, Warszawa, 1998.
- [4] Krawczyk S.: *Ocena istniejącego systemu sprawozdawczości i statystyki z przewozów pasażerskich*. Opracowanie w ramach tematu nr 2033/26, CNTK Gdańsk, 1993.
- [5] Łaskiewicz R.: *Organizacja kolejowych przewozów pasażerskich*. Monografia Politechniki Radomskiej, Radom 1998.
- [6] Nowosielski L.: *Organizacja przewozów kolejowych*. KOW, Warszawa 1999.

Tablica 5

Wielkość maksymalna i minimalna potoku pasażerów w pociągu osobowym

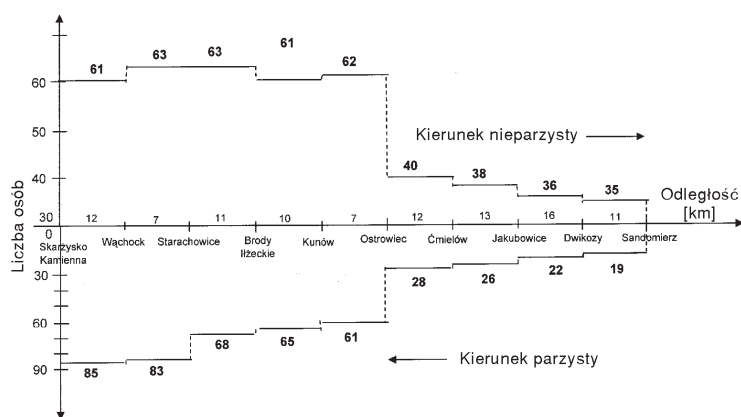
Odcinek	Liczba pasażerów	
	k. n.	k. p.
Tomaszów Mazowiecki – Skarżysko Kamienna	135/16*	146/8
Skarżysko Kamienna – Sandomierz	170/17	148/15

*max/min

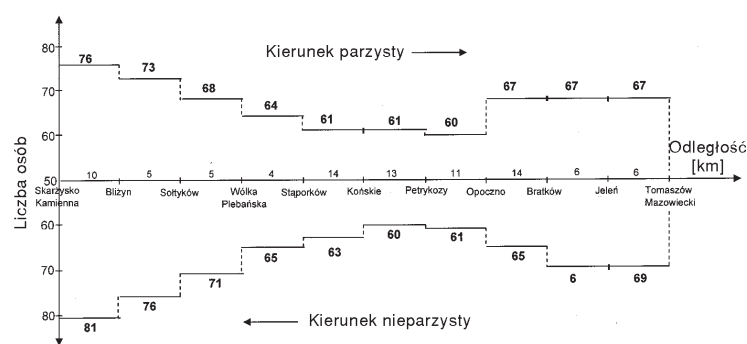
Tablica 6

Dobowa liczba pociągów na odcinkach

Odcinek	Liczba pociągów na odcinku			
	pospieszne		osobowe	
	kierunek			
	nieparzysty	parzysty	nieparzysty	parzysty
Skarżysko Kam. – Radom	11	19	12	20
Skarżysko Kam. – Kielce	10	18	10	18
Skarżysko Kam. – Sandomierz	9	5	10	5
Skarżysko Kam. – Tomaszów Maz.	5	5	5	6



Rys. 2. Średni potok pasażerów w jednym pociągu osobowym na odcinku Skarżysko Kamienna – Sandomierz



Rys. 3. Średni potok pasażerów w jednym pociągu osobowym na odcinku Skarżysko Kamienna – Tomaszów Mazowiecki

Autorzy

dr inż. Andrzej Chwieduk, dr inż. Tadeusz Dyr, mgr inż. Wojciech Soja
Wydział Transportu Politechniki Radomskiej
mgr inż. Zdzisław Cieślak – PKP SA