MARCIN PAJĄK
mgr inż., Łódzka Kolej Aglomeracyjna sp. z o.o., al. Piłsudskiego 12, 90-051 Łódź,
marcin.pajak@lka.lodzkie.pl
ANDRZEJ SOCZÓWKA
dr, Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec,
andrzej.soczowka@us.edu.pl

Synchronizacja linii tramwajowych na przykładzie Zagłębia Dąbrowskiego[1]

Streszczenie: Problem synchronizacji linii tramwajowej omówiono na przykładzie Zagłębia Dąbrowskiego, wschodniej części sieci łączącej 13 miast konurbacji katowickiej. Na tej części sieci linie kursują z różnymi modułami częstotliwości, co uniemożliwia dobrą koordynację. Dodatkową barierę stanowią odcinki jednotorowe z mijankami. Artykuł zawiera uproszczoną metodykę postępowania przy ocenie możliwości i kosztów remarszrutyzacji sieci tramwajowych. Opisane w nim zostały podstawowe zasady synchronizacji linii. W oparciu o przedstawioną metodykę przygotowano projekt nowej synchronizacji linii – odpowiedź na pytanie: czy dla tej części sieci korzystniejszy jest wariant modułów 15- i 20-minutowych, czy też jest możliwość techniczna i finansowa wprowadzenia w godzinach szczytu modułów 10-minutowych? Uwzględniając bariery infrastrukturalne, dla obydwu wariantów przeanalizowano: poziom i jakość oferty na głównych ciągach komunikacyjnych, wielkość pracy eksploatacyjnej w ujęciu tygodniowym, zapotrzebowanie na tabor i czas pracy kierujących oraz szacunkowe koszty reformy w podziale na jednostki administracyjne. Przedstawiono również tabele koordynacji linii w modułach 10-, 15- i 20-minutowych. Badania wykazały, że wprowadzenie w Zagłębiu Dąbrowskim jednolitych, przyjaznych pasażerowi częstotliwości kursowania tramwajów nie jest możliwe bez dodatkowych inwestycji infrastrukturalnych.
Słowa kluczowe: komunikacja zbiorowa, komunikacja tramwajowa, synchronizacja.

Wprowadzenie

Funkcjonująca od 1894 roku sieć tramwajowa w konurbacji katowickiej to jeden z największych systemów na świecie. Jest to system międzymiastowy, łączący 13 miast konurbacji katowickiej. Składa się z podsystemów funkcjonujących w obrębie historycznych regionów: górnośląskiego i zagłębiowskiego. Historię tramwajów w tym regionie można podzielić na cztery etapy [3]:

1. początki komunikacji tramwajowej na Górnym Śląsku przed I wojną światową;
2. okres międzywojenny, czyli funkcjonowanie tramwajów na terenie dwóch państw i uruchomienie tramwajów w Zagłębiu Dąbrowskim;
3. okres wspólnej organizacji komunikacji tramwajowej i autobusowej w ramach gospodarki planowej;
4. okres regresu komunikacji tramwajowej po 1991 roku.

Po wejściu Polski do Unii Europejskiej transport publiczny zyskał dostęp do dodatkowych środków w ramach funduszy strukturalnych. Same inwestycje infrastrukturalne i taborowe nie stanowią antidotum na wszystkie problemy komunikacyjne, zwłaszcza w sytuacji, gdy wiele z nich ma charakter odtworzeniowy. Aby zachęcić pasażera do korzystania z komunikacji tramwajowej, konieczne jest stworzenie atrakcyjniejszej oferty.

Jako obszar do analizy możliwości poprawy oferty poprzez lepszą koordynację rozkładów jazdy wybrano wschodnią część sieci tramwajowej – Zagłębie Dąbrowskie. Na tej części sieci linie kursują z różnymi modułami częstotliwości, co uniemożliwia dobrą koordynację. Dodatkowym utrudnieniem są sztywne ograniczenia ruchowe w postaci odcinków jednotorowych z mijankami. Tylko trzy linie (15, 21 i 28) są w całości dwutorowe. Kształt sieci, przebieg linii, odcinki jednotorowe (wraz z czasami przejazdu pomiędzy mijankami) i dwutorowe oraz rozmieszczenie mijanek prezentuje rycina 1.

Historyczne śląsko-zagłębiowskie animozje znalazły swoje odzwierciedlenie również na sieci tramwajowej. W momencie przejęcia organizacji komunikacji tramwajowej przez KZK GOP w 1999 roku tempo i zakres redukcji pracy eksploatacyjnej w Zagłębiu Dąbrowskim był znacznie większy niż na pozostałych częściach sieci. Obliczenia dokonane na podstawie archiwalnych i współczesnych rozkładów jazdy dowiodły, że w latach 1999–2016 praca eksploatacyjna w skali całej sieci zmniejszyła się o 29% – z 24,0 mln do 17,1 mln wkm, ale w samym Zagłębiu Dąbrowskim poziom ograniczeń był wyższy – praca eksploatacyjna uległa ograniczeniu o 42%, tj. z 7,56 mln do 4,38 mln wkm. Z perspektywy kilkunastu lat śmiało można stwierdzić, że chociaż problem finansowania komunikacji miejskiej w konurbacji katowickiej miał charakter globalny, to inne części sieci tramwajowej ratowano kosztem zagłębiowskich miast.

Postawiono zatem następujące pytanie problemowe: czy dla poprawy jakości oferty tramwajowej w Zagłębiu Dąbrowskim korzystniejsze – od obecnych rozwiązań – jest stosowanie modułu częstotliwości 15-minutowej w ciągu dnia i 20-minutowej wieczorem i w dni wolne od pracy, czy też jest jeszcze techniczna i finansowa możliwość wzmocnić częstotliwość w godzinach szczytu do 10-minutowej? Czy konieczne są zmiany tras i tworzenie nowych połączeń? Jakie będą w obydwu przypadkach koszty poprawy jakości? W celu odpowiedzi na powyższe pytania dla obydwu wariantów dokonano porównania:

- poziomu i jakości oferty na głównych ciągach komunikacyjnych,
- wielkości pracy eksploatacyjnej w ujęciu tygodniowym,
- zapotrzebowania na tabor i czas pracy kierujących,

[1] ©Transport Miejski i Regionalny, 2017. Wkład autorów w publikację M. Pająk 50%, A. Soczówka 50%.

- szacunkowych kosztów reformy w podziale na jednostki administracyjne.

Tym samym artykuł zawiera uproszczoną metodykę postępowania przy ocenie możliwości i kosztów remarszrutyzacji sieci tramwajowych. Od strony terminologicznej należy wyjaśnić, że poszczególne tramwaje w ruchu, nazywane na różnych sieciach brygadami, wozami, rozkładami lub kolejnościami, na tej sieci nazywane są pociągami.

Zasady wprowadzania zmian na sieciach tramwajowych

Opracowanie założeń remarszrutyzacji sieci tramwajowej to działanie wieloetapowe. Pierwszy etap to ocena uwarunkowań formalnoprawnych przeprowadzenia reformy. Jest to przegląd planów zrównoważonego rozwoju transportu publicznego, umów zawartych z gminami czy też innych dokumentów strategicznych, w których określone mogą być różne uwarunkowania dotyczące: spraw finansowych, poziomu pracy eksploatacyjnej, dopuszczalnego zakresu zmian, poziomu oferty na wybranych ciągach, przypisania taboru do określonych linii czy też innych uwarunkowań wynikających z trwałości projektów inwestycyjnych dofinansowanych ze środków unijnych.

Etap drugi dotyczy oceny możliwości infrastruktury technicznej. Szczególne znaczenie ma tutaj prawidłowa identyfikacja „wąskich gardeł" oraz stan i moc infrastruktury zasilającej. Podstawowe ograniczenia ruchowe to: odcinki jednotorowe, pętle z ograniczoną liczbą torów i możliwościami wyprzedzania, skrzyżowania z sygnalizacją świetlną ograniczającą przepustowość ruchu tramwajów czy przystanki o dużej wymianie pasażerów. Tramwaje w ruchu miejskim na niewydzielonych torowiskach również podlegają kongestii, a sygnalizacje świetlne bez priorytetu w ruchu potrafią istotnie opóźnić pojazd, toteż diagnozując sytuację infrastruktury, należy przyjąć, że pojazdy w stosunku do rozkładu jazdy nie zawsze będą poruszać się planowo i konieczne jest pozostawienie rezerw przepustowości.

Trzeci etap dotyczy potencjału taborowego i zasobów kadrowych przewoźnika. W przeciwieństwie do rynku autobusowego możliwości pozyskania dodatkowego używanego taboru są tutaj bardzo ograniczone. Wyłączenie z eksploatacji na dłuższy okres większej liczby wagonów sprawi, że będą one traktowane jako magazyn części zamiennych i ponowne przywrócenie ich do ruchu będzie trudne i kosztowne. W przypadku zmian liczby kierujących trzeba uwzględnić dwa elementy: czas potrzebny na przeszkolenie dodatkowych pracowników, a przy znaczącej redukcji etatów – protesty silnych w spółkach komunalnych związków zawodowych.

Etapy tworzenia rozkładu jazdy opisane są m.in. w [5] i obejmują: badania marketingowe potrzeb przewozowych lub popytu, ustalenie tras linii, określenie charakteru linii w zakresie liczby przystanków i okresu kursowania, obliczenie międzyprzystankowych czasów jazdy, wybór standardów częstotliwości dla poszczególnych rodzajów dni tygodnia i okresów doby, zbudowanie tabeli koordynacji, wyznaczenie odjazdów z przystanków końcowych, łączenie kursów w brygady, a brygad w zadania, sporządzenie rozkładów jazdy dla przewoźników, kierowców, służb dyspozytorskich, kontrolnych i druk tabliczek przystankowych.

Realizacja zgłaszanych na rynku usług przewozowych postulatów to umiejętność znalezienia kompromisu pomiędzy wzajemnie wykluczającymi się postulatami. Pasażerowie z jednej strony oczekują bezpośrednich połączeń, z drugiej – wysokiej częstotliwości kursowania; akceptowalność przesiadek jest raczej niska. Pasażerowie oczekują wysokiego komfortu podróży, bezpieczeństwa, a jednocześnie niskich cen biletów, zbliżonego czasu podróży do czasu jazdy samochodem i krótkiego czasu oczekiwania na przystankach. Wraz ze wzrostem poziomu motoryzacji rosną oczekiwania jakościowe pasażerów nie posiadających uprawnień do ulgowych lub bezpłatnych przejazdów. W literaturze przedmiotu można znaleźć wiele opracowań dotyczących rangi poszczególnych postulatów przewozowych, również porównywanych pomiędzy poszczególnymi sieciami komunikacyjnymi, np. [4], [9], [10], [11].

Komunikacja tramwajowa ma jeszcze jedną istotną cechę – stosunkową łatwość do nauczenia się i zrozumienia układu komunikacyjnego. Osobom nie korzystającym regularnie z komunikacji miejskiej, osobom o niższym stopniu orientacji przestrzennej, turystom łatwiej jest poruszać się tramwajami niż autobusami. Stąd też układy tras tramwajowych powinny cechować się maksymalną prostotą i czytelnością, a jednocześnie jak największą trwałością w czasie. Stałe zmiany w układach tras powinny być wprowadzane jak najrzadziej. Na końcowych odcinkach tras o niewielkich przewozach dla zmniejszenia liczby linii kursy można wariantować; takie rozwiązania stosowane są na przykład w Warszawie, Gdańsku, Łodzi lub czeskiej Pradze.

Obsługę komunikacyjną każdego ciągu może zapewniać jedna linia bądź też kilka linii kursujących ze sobą w sposób skoordynowany. Dokonując remarszrutyzacji, bazujemy na istniejącym już układzie komunikacyjnym, w którym są wykształcone relacje, trasy podróży, zachowania komunikacyjne i przyzwyczajenia pasażerów przekładające się na określone wielkości przewozów. Za podstawową zasadę każdej reformy powinno przyjmować się, tak jak w medycynie: „primum non nocere" (po pierwsze nie szkodzić). Szczególnie toksyczne przy tego typu reformach są podmioty lub osoby, które, korzystając z okazji, za wszelką cenę chcą przeforsować własną wizję, często szkodliwą i utopijną.

„Uwzględnianie jednostkowych skarg i wniosków nie może stanowić wyłącznej podstawy do kształtowania oferty przewozowej. Model ten prowadzi bowiem do sytuacji, w której dla pojedynczego, ale aktywnego w dochodzeniu do swoich racji pasażera, może zostać zmieniona oferta przewozowa, komplikując lub zniechęcając do korzystania z usług przewoźnika kilkadziesiąt innych osób". [1, s. 29]. Prawidłowo przeprowadzona synchronizacja rozkładów jazdy poprawia efektywność funkcjonowania transportu publicznego [13].

W literaturze przedmiotu brakuje dobrych opracowań, które stanowiłyby wsparcie merytoryczne w kwestiach synchronizacji rozkładów jazdy na sieciach tramwajowych. Wiele cennych wskazówek dotyczących zasad organizacji komunikacji miejskiej i synchronizacji rozkładów jazdy można znaleźć w pracach [5] [6] [7], ale publikacje te w dużej mierze dotyczą jednak komunikacji autobusowej. Nieśmiałą próbą było opracowanie [8], w którym poruszono problem synchronizacji rozkładów jazdy linii tramwajowych.

Powstałą niszę rynkową próbują jednak wykorzystać firmy consultingowe, a na rynku wydawniczym pojawiły się nierecenzowane opracowania o wątpliwej jakości merytorycznej. Na dowód trzy przykłady rażących błędów merytorycznych, znalezione w jednej z takich prac, wraz komentarzem dotyczącym górnośląsko-zagłębiowskiej sieci:

- „skorzystanie z trójkąta manewrowego jest zdecydowanie bardziej czasochłonne, niż objechanie łuku klasycznej pętli, ponadto wiąże się z opuszczaniem kabiny przez motorniczego i dwukrotnym przestawianiem zwrotnic" [2, s. 341] – na trójkącie torowym Sosnowiec Środula Okrzei manewry zabezpiecza regulator ruchu, zwrotnice automatycznie wracają do właściwego położenia po przejeździe tramwaju, motorniczy nie musi opuszczać w trakcie zawracania kabiny;
- „największym mankamentem odcinków jednotorowych jest fakt, że w tym samym czasie na tym samym odcinku może znajdować sie tylko jeden pociąg, zdążający w danym kierunku" [2, s. 509] – na odcinku Świętochłowice Lipiny–Chebzie Pętla rozkład jazdy w obydwu kierunkach przewiduje jednoczesny przejazdy linii 1 i 17 lub 11 i 17, a incydentalnie na krótkiej części tego odcinka jednotorowego (przejazd pod wiaduktem) przemieszcza się linia 9 w kierunku tym samym lub przeciwnym;
- „współcześnie wszystkie odcinki jednotorowe są zabezpieczane poprzez sygnalizację świetlną, podobną do stosowanej w przypadku ruchu wahadłowego w transporcie drogowym" [2, s. 509] – ruch tramwajów na odcinkach jednotorowych zabezpieczany jest na cztery sposoby: stałe mijanki wyznaczone w rozkładzie jazdy (bez żadnej sygnalizacji), sygnalizacja ręczna przełączana przez motorniczych (wygaszony sygnał oznacza zajętość odcinka jednotorowego) oraz sygnalizacje przekaźnikową, w której tramwaj np. za pomocą pantografu (przejazd przez kontakt na sieci trakcyjnej) włącza sygnalizację; stosowana jest również sygnalizacja ślizgowa, dopuszczająca jednoczesny wjazd dwóch kolejnych tramwajów na odcinek jednotorowy [por. 3, s. 62–63].

W literaturze przedmiotu nie ma syntetycznie zebranych zasad koordynacji linii tramwajowych, ale najczęściej stosuje się następujące założenia:

- dążymy do tego, aby na poszczególnych ciągach tramwaje kursowały naprzemienne, a odstępy pomiędzy poszczególnymi kursami były zbliżone;
- dla ułatwienia koordynacji na całej sieci, w miarę możliwości, w określonych porach dnia stosujemy te same moduły częstotliwości lub ich wielokrotności; moduły częstotliwości mogą zmieniać się w trakcie dnia, dla ułatwienia zapamiętywania rozkładu jazdy powinny być stosowane moduły powtarzalne w godzinie (7' / 8', 10' , 12', 15', 20' itp.);
- na poszczególnych liniach powinien kursować tabor o jednakowej lub zbliżonej pojemności, przy dobrej ofercie pasażerowie potrafią się w newralgicznych momentach dostosować i korzystać z linii o pojemniejszym taborze;
- na każdym ciągu pojawiają się linie jadące z różnych kierunków i nie jest możliwa idealna koordynacja (warunki koordynacji wzajemnie wykluczają się), dlatego należy dążyć do rozwiązań kompromisowych (np. 8' / 12' czy 7' / 13' zamiast 10' / 10'), aby na każdym ciągu uzyskać możliwie najbardziej optymalny układ kursów;
- na niektórych sieciach występują dodatkowe uwarunkowania techniczne – utrudnienia w koordynacji w postaci odcinków jednotorowych z mijankami lub pętli z ograniczoną liczbą torów (gdzie tramwaje powinny odjechać w takiej samej kolejności, w jakiej przyjechały);
- należy dążyć do tworzenia skomunikowań na węzłach i umożliwiania przesiadek między liniami, zwłaszcza w godzinach wieczornych i nocnych, ponadto przy niektórych generatorach przewozów (np. duże zakłady pracy) konieczne jest dostosowywanie godzin odjazdów i przyjazdów pod ich lokalne potrzeby.

Projekt nowej synchronizacji linii tramwajowych w Zagłębiu

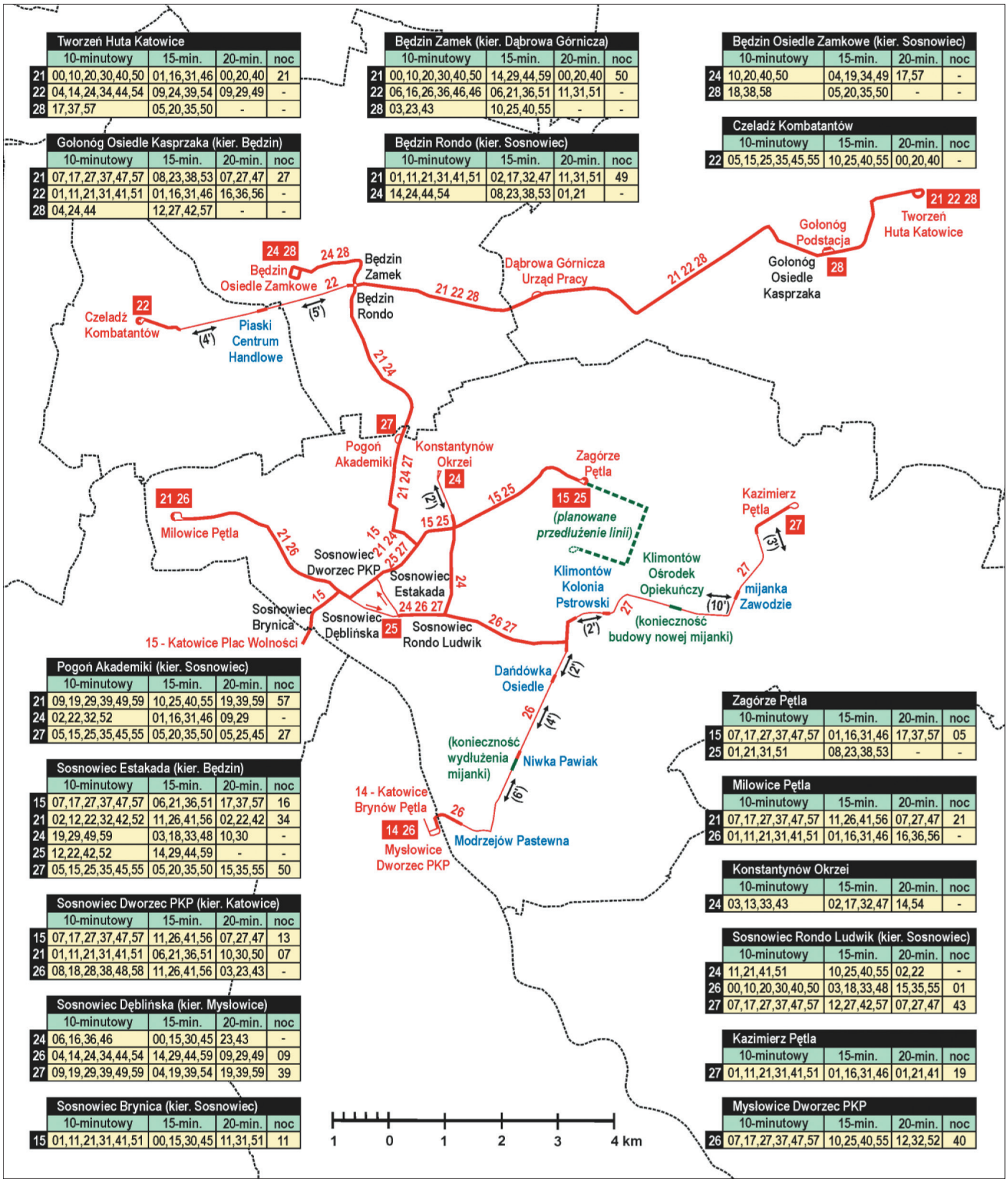
Na obszarze Zagłębia Dąbrowskiego funkcjonuje obecnie 6 linii tramwajowych (rys. 1). Zdaniem autorów, pomimo pojawiających się co jakiś czas postulatów i propozycji tworzenia nowych połączeń, na tej części sieci nie jest konieczna zmiana tras, a usprawnień należy dokonywać poprzez poprawę oferty na poszczególnych liniach. Nowe linie osłabiłyby jedynie potencjał istniejących już połączeń. Dlatego obydwa warianty projektu przewidują jedynie niewielkie zmiany: wydłużenie szczytowych kursów linii 28 do Huty Katowice (w godzinach szczytu zdarzają się przepełnienia na liniach 21 i 22 do Huty Katowice) i rezygnację z sobotnich wydłużonych kursów linii 27 do Urzędu Pracy w Dąbrowie Górniczej.

Częstotliwości kursowania linii tramwajowych w Zagłębiu kształtują się następująco:

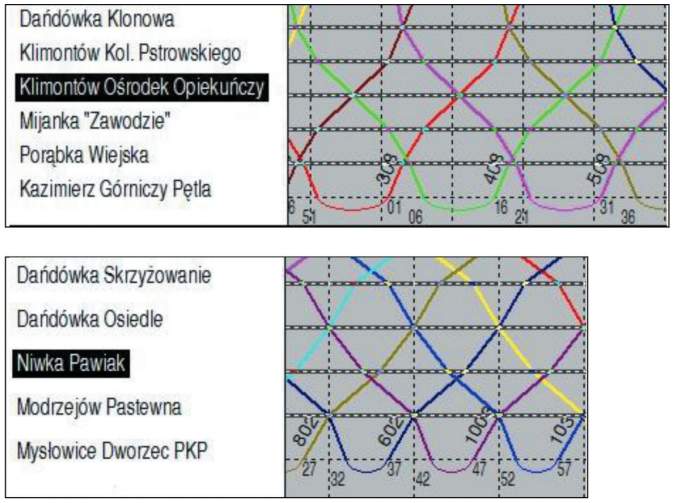
- na początku 1999 roku: w dni robocze linie 22, 26 i 28 kursowały co 10 minut, linia 24 – co 14 minut, linie 21 i 27 – co 16 minut, linia 15 – co 20 minut, linia 25 – co 30 minut; w dni wolne od pracy linia 21 kursowała co 16 minut, linie 15, 22 i 26 – co 20 minut, linia 25 – co 30 minut, linia 24 – co 42 minuty, a linia 28 nie była uruchamiana;
- pod koniec 2016 roku: w dni robocze linia 26 kursowała co 12 minut, linia 15 – co 15 minut, linie 21, 22, 24, 27 i 28 – co 20 minut; linia 15 kursowała w soboty

co 15 minut, w niedziele i święta – co 30 minut; linie 21, 22, 24, 26 i 27 kursowały w dni wolne od pracy co 20 minut, linia 28 w dni wolne od pracy nie jest uruchamiana, ponadto na wszystkich kursujących liniach wieczorem oraz w niedziele i święta częstotliwość jest ograniczana do 30-minutowej.

Wariant I projektu przewiduje kursowanie linii 15, 21, 22, 26 i 27 w dni robocze do godzin wieczornych i w soboty od godziny 9 do 14 co 15 minut, a w pozostałych porach co 20 minut. Wyjątkiem byłyby linie 24 – kursująca w soboty co 30 minut oraz linia 28 – ograniczana tylko do godzin szczytu dni roboczych. Wariant II



Rys. 1. Schemat sieci tramwajowej Zagłębia Dąbrowskiego wraz z wynikiem koordynacji linii
Źródło: opracowanie własne



Rys. 2. Fragmenty wykresów ruchu potwierdzające konieczność inwestycji w infrastrukturę torową
Źródło: opracowanie własne

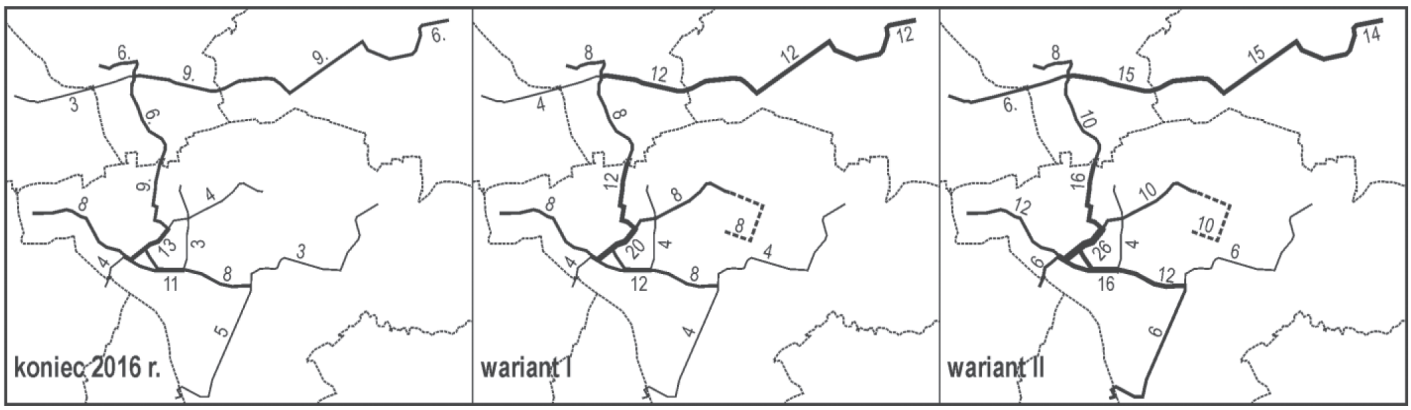
przewiduje dodatkowo w dni robocze zwiększenie częstotliwości kursowania 5 podstawowych linii w godzinach 6–8 i 14–16 do 10-minutowej. W razie potrzeby godziny te można wydłużyć. Linia 28 kursowałaby dodatkowo w międzyszczycie co 30 minut. Po otwarciu nowego odcinka sieci w Zagórzu autorzy w obydwu wariantach proponują uruchomienie dodatkowej linii 25, kursującej średnio w godzinach szczytu co 15 minut, początkowo jako szczytowej, docelowo po wzroście przewozów i poprawie przychodowości – jako całodziennej. Z racji braku możliwości koordynacji częstotliwości 10-minutowej i 15-minutowej, dla linii 24 i 25 zaproponowano rozwiązanie 4 kursów na godzinę w takcie 10/20 minut.

Wszystkie rozpatrywane warianty i poszukiwane możliwości koordynacji linii w Zagłębiu Dąbrowskim wykazały konieczność dobudowania mijanki na linii 27 w Sosnowcu Klimontowie w okolicach dawnego wiaduktu nad linią do kopalni lub wiaduktu nad drogą ekspresową S1. W przypadku linii 26 dla przywrócenia częstotliwości 10-minutowej niezbędne jest ponadto przedłużenie mijanki Niwka Pawiak w kierunku Mysłowic, do wysokości odsuniętych od drogi bloków (rys. 2). Przygotowana tablica koordynacji (rys. 1) potwierdziła natomiast, że przy dokonanych ww. inwestycjach dla wszystkich zagłębiowskich linii możliwe jest dokonanie synchronizacji na poszczególnych ciągach z akceptowalnymi wynikami. Bez tych dodatkowych, niewielkich inwestycji infrastrukturalnych nie jest możliwe wprowadzenie jednolitych, przyjaznych pasażerowi modułów częstotliwości. Obecna infrastruktura umożliwia dobrą synchronizację linii jedynie na modułach 20-minutowych lub niższych (np. 25- czy 30-minutowych).

Wprowadzenie na sieci modułu 15-minutowego (wariant I) nieznacznie poprawiłoby ofertę na sieci (rys. 3). Przy zastosowaniu jednakowych modułów częstotliwości poprawieniu ulega regularność kursowania tramwajów na poszczególnych ciągach, przy zbliżonej liczbie kursów. Traciłby jedynie odcinek linii 26 Dańdówka–Mysłowice, gdyż zmniejszałaby się liczba kursów z 5 do 4 na godzinę, ale byłoby to rekompensowane taborem niskopodłogowym o większej pojemności. Istotną poprawę jakościową widać dopiero przy wdrożeniu wariantu II. Istotną poprawę oferty odczuliby natomiast mieszkańcy Zagórza po wydłużeniu trasy i uruchomieniu nowej linii.

Praca eksploatacyjna wykonywana w 1999 roku na zagłębiowskiej części sieci wynosiła 146 tysięcy wkm tygodniowo. Przez kilkanaście lat zredukowano ją o ponad 40% do poziomu 85 tysięcy wkm tygodniowo. Przeprowadzone obliczenia uwzględniające na podstawie przygotowanych rozkładów jazdy (tabela 1, tabela 2) wykazały, że wprowadzenie 15-minutowych modułów częstotliwości w stosunku do stanu obecnego powodowałoby zwiększenie pracy eksploatacyjnej tygodniowo jedynie o 13,5 tysiąca wkm, tj. o 13%, co jest w dużej mierze konsekwencją uwzględnienia wydłużenia trasy w Zagórzu i skierowania tam dodatkowej linii.

Znacznie kosztowniejszy jest wariant II projektu, powodujący wzrost pracy eksploatacyjnej o 26,1 tysiąca wkm tygodniowo, tj. o 30,6%. Ponadto w wariancie II dochodzi problem znaczącego wzrostu pracy eksploatacyjnej w poszczególnych gminach, np. o ponad 30% w Czeladzi czy w Sosnowcu. Tak duży jednorazowy wzrost pracy eksploatacyjnej stanowi istotną barierę wdrożeniową reformy. Wariant ten wymaga także przebudowy niedawno remontowanego przystanku Sosnowiec Estakada na dwustanowiskowy z uwagi na ograniczoną przepustowość sygnalizacji świetlnej.



Rys. 3. Porównanie projektowanej oferty w dni robocze w godzinach szczytu ze stanem obecnym
Źródło: opracowanie własne

Tabela 1

Porównanie pracy eksploatacyjnej i zapotrzebowania na tabor w ujęciu tygodniowym

Nr linii	Obsada taborowa	Praca eksploatacyjna [wzkm]	Zapotrzebowanie na pracowników [roboczogodz]
Stan początkowy – 1999 rok			
15*	6 poc. 2x105N	9 052,80	731,82
21	9 poc. 2x105N	57 218,10	1 101,33
22	10 poc. 105N	19 253,10	1 023,08
24	3 poc. 105N	3 698,56	279,63
25**	3 poc. 105N	6 680,45	354,43
26	10 poc. 105N	16 149,60	966,80
27	8 poc. 2x105N	26 351,35	815,33
28	8 poc. 105N	7 425,00	365,17
Suma	23 poc. 2x105N, 34 poc. 105N **(57 pociągów)**	**145 828,96**	**5 637,60**
Stan aktualny – koniec 2016 roku			
15*	7 poc. 2012N	7 449,90	941,17
21	4 poc. MF16, 1 poc. 105HF, 2 poc. 105N, 1 poc. 2x105HF	20 404,50	1 105,75
22	3 poc. 105HF, 3 poc. 105N	12 949,25	809,83
24	6 poc. 105N	8 768,70	665,85
26	10 poc. E1	15 393,20	1 051,15
27	1 poc. 105HF, 5 poc. 2x105N	15 816,95	784,68
28	5 poc. 105N	4 475,75	293,75
Suma	7 poc. 2012N, 4 poc. MF16, 10 poc. E1, 1 poc. 2x105HF, 5 poc. 2x105N, 5 poc. 105HF, 16 poc. 105N **(48 pociągów)**	**85 258,25**	**5 652,18**
Wariant I			
15*	7 poc. 2012N, 1 poc. 2018N	10 662,40	1 246,41
21	4 poc. MF16, 6 poc. 2018N	24 205,05	1 300,95
22	6 poc. E1, 1 poc. 105HF	16 079,90	839,83
24	7 poc. 105HF	9 720,55	701,38
25***	3 poc. 2x105N	4 302,00	166,61
26	8 poc. 2018N	14 643,00	987,07
27	4 poc. E1, 3 poc. PT8N, 1 poc 2x105HF	14 917,05	987,88
28	4 poc. 105HF, 2 poc. 105NK	4 177,75	221,50
Suma	7 poc. 2012N, 15 poc. 2018N, 4 poc. MF16, 3 poc. PT8N, 10 poc. E1, 12 poc. 105HF, 2 poc 105NK, 1 poc. 2x105HF, 3 poc. 2x105N **(57 pociągów)**	**98 707,70**	**6 451,64**
Wariant II			
15*	8 poc. 2012N, 4 poc. 2018N	12 834,09	1 417,86
21	4 poc. MF16, 6 poc. 2018N, 5 poc 105N	27 977,55	1 503,45
22	6 poc. E1, 1 poc. 105HF, 2 poc. 105N	18 650,40	1 018,00
24	7 poc. 105HF	9 720,55	701,47
25***	4 poc. 2x105N	4 843,56	169,43
26	8 poc. 2018N, 2 poc. PT8N	16 790,25	1 120,07
27	4 poc. E1, 3 poc. PT8N, 1 poc 2x105HF, 3 poc. 105NK	16 528,05	1 071,38
28	3 poc. 105HK, 2 poc. 105NK	4 017,75	242,25
Suma	8 poc. 2012N, 18 poc. 2018N, 4 poc. MF16, 5 poc. PT8N, 10 poc. E1, 1 poc. 2x105HF, 4 poc. 2x105N, 13 poc. 105HF, 5 poc. 105NK, 7 poc. 105N **(75 pociągów)**	**111 362,20**	**7 243,90**

Objaśnienia: * – praca eksploatacyjna dla linii 15 liczona tylko na odcinku Zagórze Pętla – granica miasta Sosnowiec, ale roboczogodziny pracy motorniczych w celach porównawczych liczone są na całej trasie; ** – linia 25 została zlikwidowana 1 kwietnia 2006 roku; ***– nowa linia relacji Sosnowiec Zagórze–Sosnowiec Dworzec PKP, uruchomiona po przedłużeniu linii tramwajowej w Zagórzu
Typy taboru: 105N – pojedynczy wagon Konstal 105N; 2x105N – dwuwagonowe pociągi Konstal 105N; E1 – wagon SGP / Lohner E1; 105NK, 105HF – pojedynczy zmodernizowany wagon Konstal 105N; 2x105HF – dwuwagonowe pociągi zmodernizowanych Konstal 105N (doczepa bez kabiny); MF16 – częściowo niskopodłogowy wagon Moderus Beta; PT8N – zmodernizowany częściowo niskopodłogowy wagon Duewag Pt; 2012N – niskopodłogowy wagon Pesa Twist; 2018N – proponowane oznaczenie dla nowego niskopodłogowego taboru zakupionego ze środków z perspektywy finansowej na lata 2014–2020.

Tabela 2

Porównanie pracy eksploatacyjnej i kosztów w podziale na gminy w ujęciu tygodniowym

	Będzin	Czeladź	Dąbrowa Górn.	Sosnowiec*	Razem
Praca eksploatacyjna [wkm] (5 dni roboczych + 1 sobota + 1 niedziela)					
Koniec 2016 roku	14 283,55	2 064,40	18 116,70	50 793,60	85 258,25
Wariant I projektu	15 862,20	2 662,40	21 553,25	54 197,85	94 275,70
	(+1 578,65)	(+598,00)	(+3 436,55)	(+3 404,25)	(+9 017,45)
(+ nowa trasa w Zagórzu)	15 862,20	2 662,40	21 553,25	58 629,85	98 707,70
	(+1 578,65)	(+598,00)	(+3 436,55)	(+7 836,25)	(+13 449,45)
Wariant II projektu	17 694,20	3 000,40	24 243,25	61 432,35	106 370,20
	(+3 410,65)	(+936,00)	(+6 126,55)	(+10 638,75)	(+21 111,95)
(+ nowa trasa w Zagórzu)	17 694,20	3 000,40	24 243,25	66 424,35	111 362,20
	(+3 410,65)	(+936,00)	(+6 126,55)	(+15 630,75)	(+26 103,95)
Koszt w ujęciu tygodniowym [zł]					
Koniec 2016 roku	159 040,48	22 369,00	203 871,76	557 830,95	943 112,19
Wariant I projektu				679 113,83	1 154 187,81
(+ nowa trasa w Zagórzu)	188 410,88	28 301,31	258 361,78	740 142,47	1 215 216,45
Wariant II projektu				762 342,87	1 287 365,99
(+ nowa trasa w Zagórzu)	206 656,01	31 894,25	286 472,86	831 082,71	1 356 105,83

Objaśnienia: * – praca eksploatacyjna dla linii nr 26 w całości przypisana do gminy Sosnowiec

Największy koszt niesie za sobą wprowadzenie do ruchu nowego taboru. W tym miejscu konieczne jest wyjaśnienie metodyczne. Prezentowany w tabeli 2 koszt uruchomienia oferty tramwajowej w ujęciu tygodniowym w podziale na gminy nie jest faktycznym kosztem dla gmin, ponieważ elementem zmiennym są przychody z biletów, które metodami statystycznymi rozdzielane są na poszczególne linie komunikacyjne i pomniejszają przedstawione czysto eksploatacyjne koszty uruchomienia oferty przez przewoźnika tramwajowego.

W 1999 roku na potrzeby obsługi zagłębiowskich linii uruchamianych było 57 pociągów, zestawionych z 80 wagonów, a wskaźnik ukrotnienia wynosił 1,39. Obecnie uruchamianych jest 48 pociągów przy wskaźniku ukrotnienia 1,05. Porównanie rozkładów jazdy z 1999 i 2016 roku prowadzi do ciekawych wniosków. Okazuje się, że pomimo redukcji liczby pociągów zwiększeniu uległo zapotrzebowanie na motorniczych (z 5638 do 5652 roboczogodzin tygodniowo), co dowodzi nieefektywnego układania rozkładów jazdy, bez zwracania uwagi na koszty przewoźnika.

W I wariancie projektu zapotrzebowanie na tabor ulega relatywnie niewielkiej zmianie – do obsługi wszystkich linii potrzeba 57 pociągów. Zwiększenie roboczogodzin pracy motorniczych o 14% to konsekwencja proponowanej poprawy oferty w godzinach wieczornych oraz uruchomienia dodatkowej linii z Sosnowca do Zagórza. W wariancie II projektu znacząco wzrasta zapotrzebowanie na tabor – konieczne jest aż 75 pociągów i na motorniczych – roboczogodziny wzrastają aż o 28,1%. Wariant ten oznaczałby konieczność wprowadzenia do ruchu aż 27 dodatkowych pociągów. Obecnie Tramwaje Śląskie do obsługi całej sieci wykorzystują w dni robocze 235 z 335 posiadanych wagonów; możliwe jest zatem zwiększenie

poziomu uruchomień z 70% do 80% stanu taboru, ale dużą barierą jest konieczność zatrudnienia dodatkowo co najmniej 47 motorniczych[2].

Wdrażając reformę, niewielkich oszczędności finansowych gminy mogłyby poszukiwać, porządkując ofertę autobusową. Ale tutaj również napotykamy na bariery: oferta globalnie jest skromna i pomimo pozornej dużej liczby linii, większość połączeń ma charakter raczej socjalny i nawet w dzień roboczy kursuje 1–2 razy na godzinę. Większość linii objęta jest różnego rodzaju okresami trwałości z racji zakończonych lub wdrażanych unijnych projektów taborowych, co ogranicza elastyczność wprowadzania zmian siatki połączeń. Trudno zatem na dużą skalę skracać trasy lub likwidować linie, nie wyrządzając dużych szkód w systemie, ale możliwa jest w wielu miejscach korekta tras, aby autobusy kursowały nie tymi samymi trasami co tramwaj, ale ciągami równoległymi.

Przykładowo, można:

- skrócić linię 27 z Katowic do Będzina Kościuszki, w zamian skierować linię 814 w Dąbrowie Górniczej do Huty Katowice przez Kasprzaka (zapewnienie dojazdu do szpitala);
- połączyć linie 808 i 811 w jedną linię przez Sielec Wawel i dworzec kolejowy w Gołonogu;
- skierować linię 690 w Sosnowcu przez Osiedle Kukułek, zamiast wzdłuż tramwaju przez Dębową Górę;
- skierować wybrane linie (np. 18, 635) w Dąbrowie Górniczej trasą przez Urząd Miasta i centrum Gołonoga, zamiast bezpośrednio wzdłuż tramwaju;
- skrócić część kursów autobusów do projektowanego centrum przesiadkowego w Czeladzi przy pętli tramwajowej.

Poprawa jakości oferty w postaci wprowadzenia nowego taboru, zwiększenia częstotliwości na najważniejszych liniach czy też poprawy koordynacji na ciągach może zaowocować zwiększonymi przychodami z biletów, które zrównoważą podwyższony koszt pracy eksploatacyjnej. Jest to element zależny od całości polityki finansowej i taryfowej prowadzonej przez organizatora. Jednocześnie bez nowego taboru mało prawdopodobne jest pozyskanie nowych pasażerów. Jeżeli zaś chcemy zwiększyć liczbę wagonów w ruchu, co automatycznie zwiększy zapotrzebowanie na motorniczych, to przewoźnik musi mieć czas na przygotowanie się do takiej reformy.

Niezależnie od realizowanych obecnie dużych unijnych projektów inwestycyjnych należy szukać możliwości dodatkowych działań poprawiających dostępność i integrację tramwajów w Zagłębiu. Autorzy proponują w najbliższych latach realizację mniejszych inwestycji infrastrukturalnych, polegających na:

- budowie w Dąbrowie Górniczej linii do przystanku kolejowego Gołonóg (1,3 km nowej linii) wraz z budową centrum przesiadkowego (mały dworzec autobusowy, parking dla samochodów),
- wydłużeniu w Sosnowcu Kazimierzu linii 27 do Parku im. Kuronia, wzdłuż linii kolejowej (1,3 km nowej linii) – skrócenie drogi dojścia z osiedla,
- wydłużeniu w Sosnowcu Środuli linii 24 do południowo-zachodniej części osiedla (0,8 km nowej linii), umożliwiając dojazd do projektowanego przystanku kolejowego.

Podsumowanie

Pomimo że pierwotnie najbardziej korzystnym rozwiązaniem wydawało się wprowadzenie trzech częstotliwości: 10-, 15- i 20-minutowej, to dokładne wyliczenia na podstawie opracowanych rozkładów jazdy pokazały, że wprowadzenie tego rozwiązania wiąże się z istotnym zwiększeniem pracy eksploatacyjnej, co czyni reformę bardzo trudną do wdrożenia od strony finansowej. Dlatego częstotliwość 15-minutowa w dni robocze i soboty, a 20-minutowa w pozostałych porach w pierwszym okresie reformy jest kompromisem wynikającym z możliwości finansowych gmin, a dającym jednocześnie zauważalną poprawę jakościową. Docelowo należy dążyć do wdrożenia wariantu II, ale jest to możliwe dopiero w późniejszym czasie, po zwiększeniu liczby pasażerów, uwzględniwszy możliwości kadrowe i taborowe przewoźnika.

Wdrożenie projektu niezależnie od wybranego wariantu wymaga inwestycji infrastrukturalnych. Przedłużenie mijanki Niwka Pawiak na linii 26 powinno zostać zrealizowane przy okazji modernizacji linii w ramach programu modernizacji sieci, współfinansowanego ze środków unijnych w perspektywie finansowej 2014–2020, natomiast budowa nowej mijanki w Klimontowie na linii 27 – z rezerw finansowych uzyskanych przy projekcie. Niezależnie od podjętych działań w kierunku zmian częstotliwości kursowania tramwajów – każda wydłużona lub dobudowana mijanka zwiększa elastyczność prowadzenia ruchu na odcinkach jednotorowych i poprawia punktualność.

Dokonane w latach wcześniejszych redukcje pracy eksploatacyjnej w tramwajach bądź jej przesunięcia na inne części sieci (poza Zagłębiem Dąbrowskim) powodują, że przy tak skromnej pracy eksploatacyjnej trudno jest tworzyć ofertę atrakcyjną dla pasażera. W takich warunkach konstrukcja rozkładu jazdy i całej oferty sprowadza się do bardzo trudnych kompromisów pomiędzy oczekiwanym standardem obsługi transportowej ciągów komunikacyjnych a możliwościami finansowymi gmin. Rozkład jazdy, obok taryfy, jest jednym z najważniejszych narzędzi tworzenia oferty i nie może on zniechęcać do korzystania z transportu publicznego.

Potencjał tramwajów trzeba przywracać stopniowo, ewolucyjnie. W sytuacji, kiedy w krótkim czasie zwiększona zostanie praca eksploatacyjna, naturalną konsekwencją będzie wzrost kosztów finansowania zadania po stronie gminy,

[2] Problemy kadrowe mogą okazać się barierą nawet dla zreformowanych, funkcjonujących systemów transportowych. W kwietniu 2017 r. z powodu braku motorniczych Dopravní podnik Ostrava zmuszony był doraźnie ograniczyć kursowanie dodatkowych tramwajowych linii szczytowych z częstotliwości 10-minutowej do 1–2 kursów na godzinę.

który nie zostanie od razu zbilansowany zwiększonymi przychodami ze sprzedaży biletów. Dopiero po jakimś czasie poprawiona oferta ma szansę przyciągnąć nowych pasażerów. W tym momencie gminy mogą stanąć przed trudnym wyborem – albo znaleźć środki na pokrycie deficytu lub zanegować sens reformy i wprowadzić drastyczne ograniczenia. Dlatego z uwagi na wskazane uwarunkowania finansowe reforma komunikacyjna powinna być zaplanowana w budżetach gmin.

Drugą naturalną konsekwencją ograniczeń pracy eksploatacyjnej jest zwiększenie pojemności kursujących pojazdów, kosztem zmniejszania częstotliwości kursowania. W tym momencie dobór pojemności taboru jest dostosowaniem jego pojemności do godzin szczytu. Co więcej, w przypadku długich linii nie jest możliwe skierowanie taboru o większej pojemności wyłącznie na wybrane kursy, ponieważ przekroczenie standardu 4 osób/m^2 na dłuższych odcinkach występuje na każdym kursującym pociągu.

Trudnym do wyeliminowania problemem są różnice w standardzie obsługi poszczególnych linii, postrzegane przez mieszkańców jako lepsze i gorsze traktowanie. Niewielka liczba nowego niskopodłogowego taboru powoduje, że nie jest możliwe optymalne jego rozdysponowanie. Zaproponowane rozwiązanie to – w zależności od zakupów taborowych – stopniowe wprowadzanie niskopodłogowych wagonów na kolejne linie, aby zachowywać standard, a nie wprowadzać wybiórczo na wybranych kursach kilka razy w ciągu dnia.

Wieloletnia niechęć samorządów gminnych do finansowania lokalnego transportu zbiorowego, połączona z niskim pokryciem kosztów funkcjonowania komunikacji miejskiej wpływami z biletów u organizatora komunikacji powoduje, że gminy co prawda są w stanie wyasygnować niewielkie dodatkowe środki na publiczny transport zbiorowy, ale są one zagospodarowywane na pokrycie zwiększającego się deficytu. Tym samym popadają jednak w pułapkę „błędnego koła komunikacji" – systematycznie tracą dotychczasowych klientów, a nowym nie są w stanie niczego zaoferować. Jedynym wyjściem z sytuacji wydaje się zatem inteligentna „ucieczka do przodu", czyli takie zwiększenie pracy eksploatacyjnej i kosztów, które w miarę szybko przełoży się na pozyskanie nowych pasażerów i wzrost przychodowości połączeń.

Konieczna jest też mentalnościowa zmiana sposobu postrzegania tramwaju, zarówno przez wszystkie władze samorządowe, jak i samego organizatora transportu. Tramwaj nie może być traktowany wyłącznie jako stosunkowo droga forma transportu; musi zaistnieć w świadomości zarządzających jako nowoczesny, atrakcyjny środek transportu, stanowiący w zatłoczonych centrach miast alternatywę dla motoryzacji indywidualnej. Z tą świadomością należy kształtować i realizować inwestycje. Co ważne – nie mogą one być tylko liczbami na papierze, ale muszą służyć pozyskaniu nowych pasażerów. Nie jest miarą sukcesu kwota zainwestowanych środków – miarą sukcesu jest dopiero wzrost liczby pasażerów korzystających z transportu publicznego.

Proponowana reforma zagłębiowskiej sieci tramwajowej powinna być elementem szerszej dyskusji o problemach transportu publicznego w regionie i elementem poważniejszej reformy systemu transportowego w tworzonej właśnie górnośląsko-zagłębiowskiej metropolii. Z obecnych rozwiązań nie są zadowoleni pasażerowie systematycznie rezygnujący z usług (odnotowany spadek przychodowości połączeń). Zgodnie z ustawą związek metropolitalny „wykonuje zadania publiczne w zakresie planowania, koordynacji, integracji oraz rozwoju publicznego transportu zbiorowego, w tym transportu drogowego, kolejowego oraz innego transportu szynowego, a także zrównoważonej mobilności miejskiej" oraz „metropolitalnych przewozów pasażerskich" [14, art. 12, ust. 1, pkt. 3-4]. Ustawowe utworzenie metropolii to zatem szansa, ale nie gwarancja, nowej jakości zarządzania transportem publicznym. Podobnie jak plan transportowy, metropolia jest jedynie narzędziem wspomagającym, które, użyte w sposób właściwy, może mieć przełożenie na realne korzyści dla mieszkańców i regionu.

Literatura

1. *Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego na sieci komunikacyjnej w wojewódzkich przewozach pasażerskich*, Departament Infrastruktury i Komunikacji Urząd Marszałkowski Województwa Lubuskiego, Zielona Góra 2016.
2. Madej B., Pruciak K., Madej R., *Publiczny transport miejski. Zasady tworzenia rozkładów jazdy. Poradnik*, Biblioteka Akademii Transportu i Przedsiębiorczości, Warszawa 2015.
3. Soczówka A., *Zróżnicowanie struktury przestrzennej komunikacji miejskiej w konurbacji katowickiej*, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec 2012.
4. Rudnicki A., *Jakość komunikacji miejskiej*, „Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK", nr 71,1999.
5. *Transport miejski. Ekonomika i organizacja*, Wyszomirski O. (red.),Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2008.
6. Dźwigoń W., *Synchronizacja rozkładów jazdy w transporcie zbiorowym*, „Transport Miejski i Regionalny", 2006, nr 12.
7. Ozimek J., Rogowski A., *Synchronizacja miejskich linii komunikacyjnych z wykorzystaniem wielu kryteriów*, „Autobusy", 2016, nr 12.
8. Molecki B., *Synchronizacja rozkładów jazdy w transporcie miejskim*, Sekcja Naukowa Klubu Miłośników Transportu Miejskiego, Chorzów 2003.
9. Wolański M., *Alternatywne metody hierarchizacji postulatów przewozowych oraz wyniki ich zastosowania w polskich miastach*, „Transport Miejski i Regionalny", 2012, nr 12.
10. Starowicz W., *Kształtowanie jakości usług przewozowych w miejskim transporcie zbiorowym*, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2001.
11. Staszak J., Wyszomirski O., *Ranking postulatów przewozowych i ich wpływ na preferencje komunikacyjne mieszkańców Gdyni*, „Transport Miejski i Regionalny", 2005, nr 10.
12. Ciastoń A., *Wyniki badania zgodności ocen i preferencji pasażerów na temat jakości usługi przewozowej w miejskiej komunikacji zbiorowej*, „Transport Miejski i Regionalny", 2007, nr 6.
13. Molecki B., *Wpływ synchronizacji rozkładów jazdy na efektywność systemów transportowych*, „Logistyka" 2007, nr 3.
14. Ustawa z dnia 9 marca 2017 r. o związku metropolitalnym w województwie śląskim.