

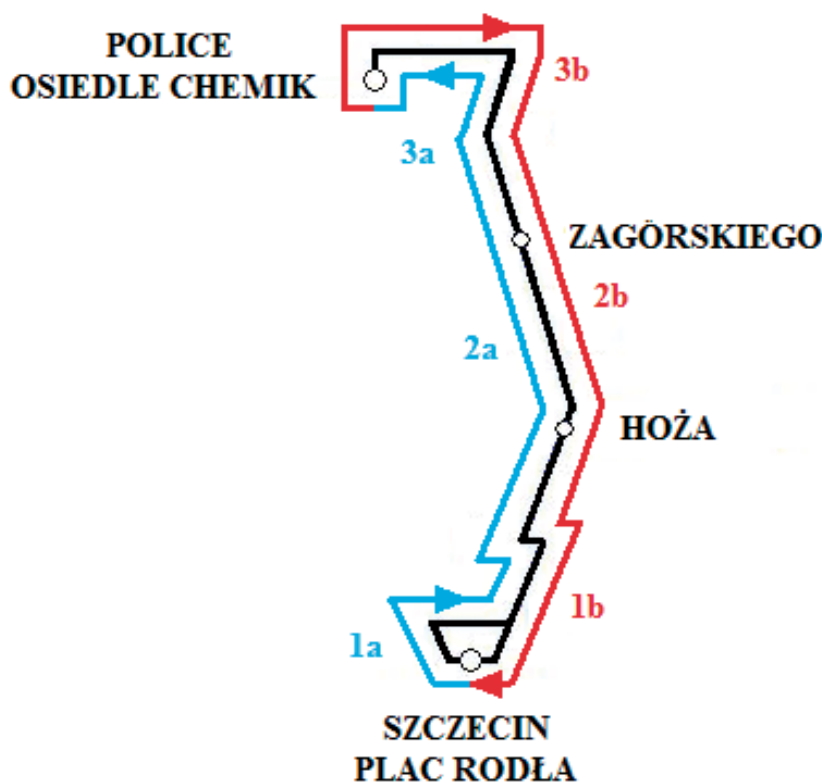
Analiza prędkości komunikacyjnej autobusów oraz możliwość jej zwiększenia na odcinku Szczecin - Police

Wawrzyniec Gołębiowski, Tomasz Stoeck

W artykule przedstawiono wyniki pomiarów średniej prędkości autobusu wybranej linii miejskiej, które prowadzono w różnych godzinach kursowania i warunkach przewozowych. Trasę przejazdu podzielono na trzy odcinki testowe, charakteryzujące się zmiennym natężeniem ruchu i przebiegające przez obszary o zróżnicowanej gęstości zaludnienia. Na podstawie uzyskanych danych dokonano szczegółowej analizy etapu, dla którego prędkości komunikacyjne były najmniejsze, starając się wskazać na możliwości ich zwiększenia. Uwzględniono przy tym skuteczność rozwiązań wprowadzonych w ostatnich latach, jak również propozycje dalszych zmian, mających wpłynąć na uprzywilejowanie pojazdów transportu zbiorowego, poprawę organizacji ruchu oraz wzrost użyteczności przestrzeni miejskiej. W tym względzie sformułowane wnioski mają charakter bardziej ogólny, gdyż można je odnieść do innych rejonów o dużej ilości celów podróży.

Metodyka i zakres badań

Zasadniczym celem prowadzonych badań był pomiar średniej prędkości autobusu miejskiego. Jej wartość wyraża się ilorazem długości rozpatrywanego etapu i całkowitego czasu zużytego na ten przejazd z wliczeniem wszelkich zatrzymań [1, 2]. Można zatem przyjąć, iż jest to efektywna prędkość jazdy na danym odcinku drogi. Obiektem badań były pojazdy linii „107”, kursujące na trasie podzielonej na trzy etapy: Plac Rodła-Hoża (centrum Szczecina), Hoża-Zagórskiego (peryferie i obrzeża), Zagórskiego-Osiedle Chemik (w obrębie miasta i gminy Police). Każdy z nich cechowała inna długość, liczba przystanków postojowych i skrzyżowań z sygnalizacją świetlną. Tym niemniej transport dużej ilości pasażerów na znaczne odległości sprawia, że do obsługi danej linii wykorzystuje się tabor przegubowy (członowy). W zdecydowanej większości są to pojazdy typu MAN Lion's Classic G, eksploatowane przez Szczecińsko-Polickie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Sp. z o.o. (SPPK). Odpowiada to charakterowi przewozów dalekobieżnych i zapewnia pasażerom wygodną podróż, bez konieczności dodatkowych przesiadek. Od 4 marca



1. Schemat przebiegu trasy linii „107” z podziałem na odcinki testowe

Tab.1. Trasa linii „107” z uwzględnieniem długości odcinków testowych, czasów przejazdu i uzyskiwanych prędkości (opracowanie własne na podstawie danych ZDiTM) [9]

Trasa Szczecin-Police				Trasa Police-Szczecin			
Odcinek	Długość odcinka [km]	Czas jazdy [min]	Średnia prędkość [km/h]	Odcinek	Długość odcinka [km]	Czas jazdy [min]	Średnia prędkość [km/h]
1a. Plac Rodła-Hoża	4,65	14	19,93	3b. Police Osiedle Chemik-Zagórskiego	8,30	17	29,29
2a. Hoża-Zagórskiego	3,84	8	28,80	2b. Zagórskiego-Hoża	3,88	8	29,10
3a. Zagórskiego-Police Osiedle Chemik	8,36	16	31,35	1b. Hoża-Plac Rodła	4,31	13	19,89
Suma	16,85	38	-	Suma	16,49	38	-
Średnia prędkość całkowita			26,69	Średnia prędkość całkowita			26,10

Tab.2. Przykładowe pomiary średniej prędkości autobusów linii „107” na trasie Police Osiedle Chemik-Plac Rodła z okresu 04.10.2010-08.10.2010 (odległości wg Targeo [8])

Dzień	Poniedziałek	Wtorek	Środa	Czwartek	Piątek
Data	04.10.2010	05.10.2010	06.10.2010	07.10.2010	08.10.2010
Godzina odjazdu	8:15	8:30	8:30	8:15	9:00
Temperatura [°C]	11	10	11	11	10
Warunki pogodowe	Słońce	Słońce	Chmury	Chmury	Słońce
3b. Police Osiedle Chemik-Zagórskiego					
Długość odcinka [km]	8,28	8,28	8,28	8,28	8,28
Czas przejazdu 3b [min]	17,48	14,54	15,53	16,37	16,50
Czas przejazdu 3b [h]	0,30	0,25	0,26	0,28	0,28
Prędkość średnia [km/h]	21,91	33,34	31,28	29,90	29,51
2b. Zagórskiego-Hoża					
Długość odcinka [km]	3,88	3,88	3,88	3,88	3,88
Czas przejazdu 2b+3b [min]	24,27	22,50	22,58	23,46	24,14
Czas przejazdu 2b [min]	6,39	7,11	7,05	7,09	7,24
Czas przejazdu 2b [h]	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12
Prędkość średnia [km/h]	35,01	32,41	32,87	32,56	31,46
1b. Hoża-Plac Rodła					
Długość odcinka [km]	4,28	4,28	4,28	4,28	4,28
Czas przejazdu 1b+2b+3b [min]	36,18	34,41	34,38	37,10	37,35
Czas przejazdu 1b [min]	11,51	12,36	11,40	13,24	13,21
Czas przejazdu 1b [h]	0,20	0,21	0,19	0,22	0,22
Prędkość średnia [km/h]	31,63	31,73	28,63	28,68	28,21
Prędkość średnia całkowita [km/h]	29,58	26,77	26,96	26,11	24,41

Tab.3. Przykładowe pomiary średniej prędkości autobusów linii „107” na trasie Plac Rodła-Police Osiedle Chemik z okresu 27.09.2010-01.10.2010 (odległości wg Targeo [8])

Dzień	Poniedziałek	Wtorek	Środa	Czwartek	Piątek
Data	27.09.2010	28.09.2010	29.09.2010	30.09.2010	01.10.2010
Godzina odjazdu	14:30	14:30	14:00	14:15	14:37
Temperatura [°C]	15	14	13	11	12
Warunki pogodowe	Deszcz	Deszcz	Deszcz	Słońce	Słońce
1a. Plac Rodła-Hoża					
Długość odcinka [km]	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64
Czas przejazdu 1a [min]	14,50	14,28	13,28	10,42	14,70
Czas przejazdu 1a [h]	0,23	0,24	0,22	0,18	0,24
Prędkość średnia [km/h]	19,81	19,24	20,67	26,02	19,72
2a. Hoża-Zagórskiego					
Długość odcinka [km]	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84
Czas przejazdu 2a+1a [min]	22,59	22,13	20,38	19,80	22,36
Czas przejazdu 2a [min]	8,54	7,45	7,10	8,26	8,29
Czas przejazdu 2a [h]	0,15	0,13	0,12	0,14	0,14
Prędkość średnia [km/h]	25,89	29,73	32,15	27,32	27,16
3a. Zagórskiego- Police Osiedle Chemik					
Długość odcinka [km]	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47
Czas przejazdu 1a+2a+3a [min]	38,90	38,57	37,29	38,30	41,48
Czas przejazdu 3a [min]	15,10	16,44	16,51	18,55	19,12
Czas przejazdu 3a [h]	0,25	0,28	0,28	0,32	0,32
Prędkość średnia [km/h]	33,07	30,37	30,16	26,87	26,47
Prędkość średnia całkowita [km/h]	26,26	26,45	27,66	26,73	24,45



mgr inż.
Wawrzyniec Gołębiowski
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki
Katedra Eksploatacji Pojazdów Samochodowych



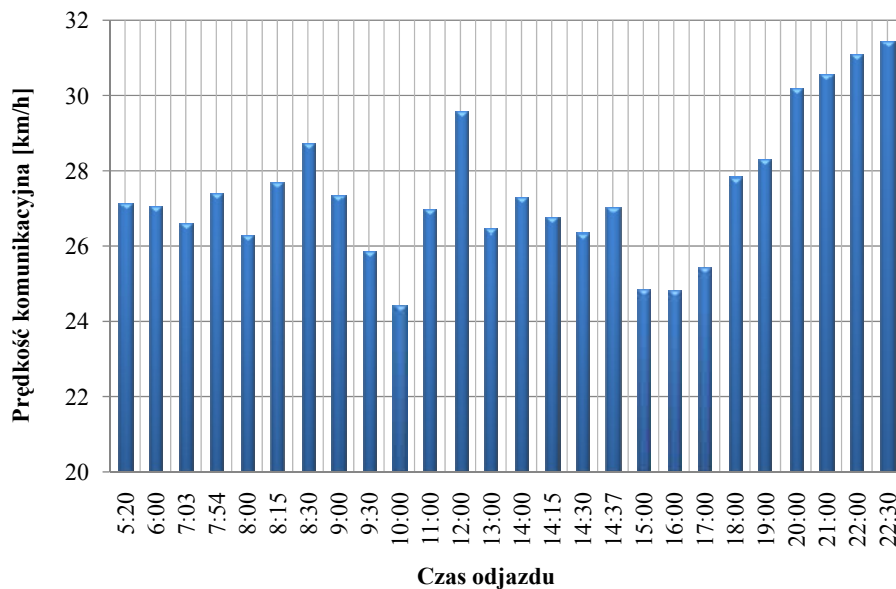
dr inż. Tomasz Stoeck
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki
Katedra Eksploatacji Pojazdów Samochodowych

2011r. część kursów realizowana jest przez trzy niskopodłogowe autobusy marki Solaris Urbino 18, co potwierdza słuszność inwestycji przewoźnika w tabor tego rodzaju [7].

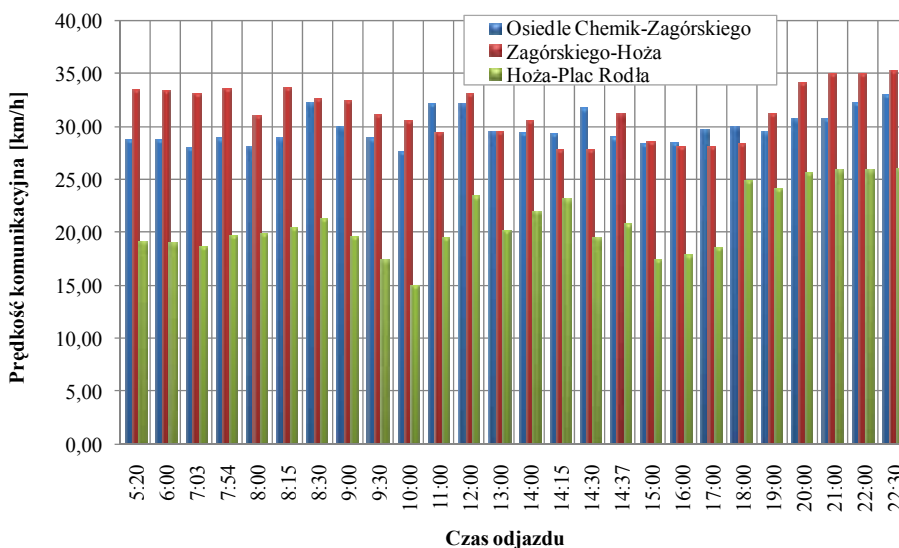
Pomiary prowadzono metodą pojazdu testowego [1]. Poszczególne cykle badawcze zaczynały się od momentu startu autobusu z pętli początkowej, przez całą długość trasy, z uwzględnieniem wszystkich zatrzymań na przystankach kończących i jednocześnie rozpoczynających dane odcinki testowe (rys. 1). Użyto do tego celu sekundomierza o dokładności pomiaru 0,1s, przy czym wyniki uśredniano celem odniesienia do czasów udostępnionych przez Zarząd Dróg i Transportu Miejskiego (ZDiTM) [9]. Należy przy tym podkreślić, iż w informacjach podawanych w rozkładach jazdy uwzględnia się największe obciążenie danej linii, a więc godziny określane mianem szczytu komunikacyjnego. Dzięki temu możliwe jest zapewnienie punktualności kursowania, gdyż wypełnienie limitów czasowych w pozostałych okresach, nie nastęrcza kierowcom większych trudności. W tabeli 1 przedstawiono długości poszczególnych etapów pomiarowych, czasy przejazdów każdego z nich i uzyskiwane prędkości. Wyznaczono je na podstawie danych podanych przez przewoźnika [9].

Pomiary własne

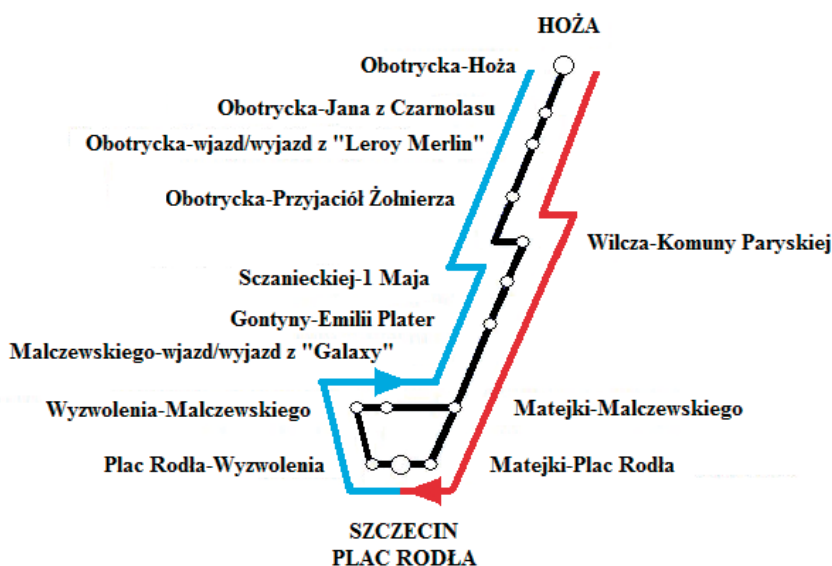
Przykładowe wyniki pomiarów średniej prędkości komunikacyjnej przedstawiono w tabelach 2 i 3. Były one prowadzone w dniach powszednich w okresie od 27.09.2010r. do 08.10.2010r. Można zauważyć, iż długości poszczególnych etapów pomiarowych opracowanych na podstawie



2. Średnia prędkość autobusów linii „107” w zależności od czasu odjazdu



3. Średnia prędkość autobusów linii „107” na poszczególnych odcinkach pomiarowych w zależności od czasu odjazdu



4. Schemat etapu Plac Rodła-Hoża z zaznaczeniem skrzyżowań z sygnalizacją świetlną

danych ZDiTM w Szczecinie, nieznacznie odbiegają od tych wyznaczonych w systemie Targeo. Nie uwzględnia on bowiem zjazdu autobusów na przystanki postojowe i odległości pokonywane na pętlach kończących dany kurs. Ponieważ największa różnica dla odcinka Zagórskiego-Osiedle Chemik nie przekroczyła 1,3%, w badaniach uwzględniono odległości generowane przez system lokalizacyjny.

W celu potwierdzenia uzyskanych wyników, każdy pomiar przeprowadzono dwukrotnie. Na rysunku 2 przedstawiono więc dane wyznaczone ze średniej arytmetycznej, niejako uniezależniając je od panujących warunków atmosferycznych. Gdyby podobne badania przeprowadzić w sezonie zimowym, wpływ temperatury czy opadów atmosferycznych byłby zdecydowanie większy, np. przez spadek widoczności na drodze, utrudnienia spowodowane stanem nawierzchni, wydłużanie czasów postoju pojazdów na przystankach, problemy z rozruchem jednostek napędowych, itp.

Z danych przedstawionych w postaci tabelaryzowanej i graficznej wynika, iż średnia prędkość autobusów z wszystkich etapów wyniosła 27,44 km/h. Jej wartość jest nieznacznie wyższa od rezultatów wyznaczonych na podstawie informacji udostępnionych przez przewoźnika, które w zależności od przebiegu trasy wyniosły 26,69 km/h i 26,10 km/h (tabela 1). Największy wpływ na uzyskiwane prędkości miał czas w którym dany kurs realizowano, jak też rodzaj odcinka pomiarowego. W pierwszym przypadku najwolniej przemieszczały się pojazdy w szczycie komunikacyjnym, tzn. 24,41 km/h o godzinie 10:00 oraz 24,84 km/h o godzinie 16:00. Za najbardziej uciążliwy okres należy uznać późne popołudnie, w którym większość osób wraca z pracy lub ze szkoły, a wartości omawianego parametru były zdecydowanie najniższe. Należy również podkreślić, że na obciążenie trasy linii „107” wpływa szereg czynników, w tym m.in.: bezpośrednie połączenie dwóch aglomeracji miejskich, przejazd przez śródmieście i tereny silnie zurbanizowane o gęstym zaludnieniu (Osiedle Książąt Pomorskich, Osiedle Niebuszewo Bolinko), rozrost północnych przedmieść i obrzeży Szczecina, bliskość wielkich centrów handlowych („Galaxy”, „Leroy Merlin”) oraz placówek oświatowych (Zespół Szkół Elektryczno-Elektronicznych, Zachodniopomorskie Centrum Edukacyjne). W pozostałych godzinach odjazdów prędkość komunikacyjna znacząco się poprawia, osiągając największe wartości późnym wieczorem, np. 31,42 km/h o 22:30. Ponadto pasażerowie wybierający transport zbiorowy, mogą również skorzystać z innych linii kursujących na tej trasie: „101”, „F” (dojazd

Tab.4. Wprowadzone udogodnienia i możliwości uprzywilejowania autobusów na odcinku Plac Rodła-Hoża z wyłączeniem skrzyżowań, dla których jest to mało zasadne lub niemożliwe

Skrzyżowanie	Liczba pasów ruchu	Wprowadzone elementy uprzywilejowania (zmiany)	Celowość nowego uprzywilejowania	Możliwość uprzywilejowania
Plac Rodła - Wyzwolenia	trzy: prosto i w lewo, prosto, w prawo	brak	zasadne, zbyt długie oczekiwanie autobusu na świetle zielonym	wprowadzenie skrętu w prawo (także ze środkowego pasa); z prawego pasa skręt tylko w prawy pas, ze środkowego w środkowy lub lewy
Wyzwolenia - Malczewskiego	cztery: w lewo, dwa prosto, w prawo	wprowadzenie nowego pasa do skrętu w lewo; autobus skręca z prawego pasa, a wcześniej był to pas także dla jadących na wprost; skrócenie czasu czekania na skręt w prawo	mało zasadne	brak
Malczewskiego - wjazd/wyjazd z „Galaxy”	dwa: prosto, prosto i w prawo	brak	zasadne; długi czas oczekiwania autobusu na zmianę pasa w godzinach szczytu	wprowadzenie pierwszeństwa dla autobusu (przed skrzyżowaniem) włączającego się do ruchu z wyspy na lewy pas
Gontyny - Emilii Plater	dwa: prosto, prosto i w prawo	zakaz skrętu w lewo z lewego pasa	mało zasadne; przedłużenie czasów sygnalizacji dla jednych autobusów, spowoduje skrócenie dla innych	brak
Szanieckiej - 1 Maja	trzy: lewo, prosto, prosto i w prawo	dodanie pasa ruchu w lewo; wcześniej dwa pasy: w lewo i prosto, prosto i w prawo; skrócenie oczekiwania jadących prosto ze środkowego pasa	zasadne	zmiana sygnalizacji świetlnej dla autobusu na 150m od skrzyżowania i nadanie mu pierwszeństwa za pomocą detektorów ruchu
Wilcza - Komuny Paryskiej	trzy: lewo, prosto, prosto i w prawo	dodanie pasa ruchu w lewo; wcześniej dwa pasy: w lewo i prosto, prosto i w prawo; skrócenie oczekiwania jadących prosto ze środkowego pasa	zasadne	wyłączenie prawego pasa dla skręcających w prawo i autobusów (przedłużenie pasa do miejsca wyspy autobusowej)
Obotrycka - wjazd/wyjazd z „Leroy Merlin”	trzy: dwa prosto, w prawo	brak	zasadne	zmiana sygnalizacji świetlnej dla autobusu na 150m od skrzyżowania i nadanie mu pierwszeństwa za pomocą detektorów ruchu (zsynchronizowanej z sygnalizacją na następnym skrzyżowaniu)
Obotrycka - Jana z Czarnolasu	dwa: prosto, prosto i w prawo	brak	zasadne	wyłączenie prawego pasa dla skręcających w prawo oraz autobusów i poprowadzenie go aż do pasa dla autobusów przed skrzyżowaniem Bogumińska-Hoża

Tab.5. Wprowadzone udogodnienia i możliwości uprzywilejowania autobusów na odcinku Hoża-Plac Rodła z wyłączeniem skrzyżowań, dla których jest to mało zasadne lub niemożliwe

Skrzyżowanie	Liczba pasów ruchu	Wprowadzone elementy uprzywilejowania (zmiany)	Celowość nowego uprzywilejowania	Możliwość uprzywilejowania
Bogumińska - Hoża	dwa: w lewo, prosto i w prawo	brak	zasadne	poszerzenie o jeden pas, wprowadzenie dodatkowego, oddzielnego pasa dla skręcających w prawo
Obotrycka - Jana z Czarnolasu	trzy: w lewo, prosto, prosto i w prawo	brak	zasadne	zmiana sygnalizacji świetlnej dla autobusu na 150m od skrzyżowania i nadanie mu pierwszeństwa za pomocą detektorów ruchu
Obotrycka - wjazd/wyjazd z „Leroy Merlin”	trzy: lewo, dwa prosto,	brak	zasadne	synchronizacja sygnalizacji świetlnej z poprzednim skrzyżowaniem po uprzywilejowaniu autobusu
Obotrycka - Przyjaciół Żołnierza	trzy: lewo i prosto, prosto, w prawo	brak	zasadne	wyłączenie prawego pasa dla skręcających w prawo oraz autobusów (przedłużenie pasa do miejsca wyspy autobusowej)
Szanieckiej - 1 Maja	trzy: lewo, prosto, prosto i w prawo	dodanie pasa ruchu w lewo; wcześniej dwa pasy : w lewo i prosto, prosto i w prawo; skrócenie oczekiwania jadących prosto ze środkowego pasa	zasadne	zmiana sygnalizacji świetlnej dla autobusu na 150m od skrzyżowania i nadanie mu pierwszeństwa za pomocą detektorów ruchu
Szanieckiej - Emilii Plater	trzy: lewo, prosto, prosto i w prawo	dodanie pasa ruchu w lewo; wcześniej dwa pasy : w lewo i prosto, prosto i w prawo; skrócenie oczekiwania jadących prosto ze środkowego pasa	mało zasadne	brak



5. Skrzyżowanie Wyzwolenia-Malczewskiego po modernizacji



6. Możliwość uprzywilejowania pojazdów komunikacji miejskiej przez wprowadzenie detektorów ruchu na skrzyżowaniu Obotrycka-wjazd/wyjazd z „Leroy Merlin”

bezpośredni) oraz „57”, „58”, „59”, „63”, „68”, „82”, „A” (dojazd z przesiadkami). Dzięki tak gęstej sieci połączeń transport pomiędzy dwoma miastami nie jest uciążliwy, a czas pokonania całej trasy bywa krótszy niż dotarcie do niektórych dzielnic czy osiedli samego Szczecina (Jezierzyce, Osiedle Kasztanowe).

Rozpatrywanie prędkości komunikacyjnej oddzielnie dla każdego z etapów testowych wskazuje, iż zdecydowanie najmniej korzystnie wypada odcinek Hoża – Plac Rodła (2b) lub jadąc w kierunku przeciwnym Plac Rodła-Hoża (2a) (rys. 3). Przejazd przez tereny silnie zurbanizowane skutecznie spowalnia potok pojazdów, odbijając się niekorzystnie również na transporcie zbiorowym. Bez względu na rozpatrywany czas odjazdu średnia prędkość autobusów była w tym obszarze najniższa, zawierając się w granicach od 15,04 km/h do 26,05 km/h. Należy przy tym zaznaczyć, że wyznaczono ją jako średnią arytmetyczną z czterech pomiarów, tj. po dwa kursy z pętli końcowych. W tym przypadku wpływ szczytu komunikacyjnego należy uznać za mniej odczuwalny, gdyż w tych samych godzinach jazdy na pozostałych etapach uzyskano wyniki o znacznie większych wartościach. Przykładowo o 10:00 średnia prędkość autobusów dla Hoża-Zagórskiego (2a) lub odwrotnie Zagórskiego-Hoża (2b) była ponad dwukrotnie większa w porównaniu z wspomnianym wcześniej etapem śródmiejskim. Pozytywnie należy ocenić organizację przejazdów w Policach, gdyż uzyskane rezultaty są porównywalne do odcinka między dwoma aglomeracjami.

Uprzywilejowanie transportu zbiorowego

Przeprowadzona analiza wyników badań pozwala stwierdzić zasadność wprowadzenia priorytetów w komunikacji autobusowej dla etapu, na którym uzyskiwano najmniejsze prędkości. Efekty ich wprowadzenia można rozpatrywać na różnych płaszczyznach, uzyskując niewątpliwe korzyści pod względem: ekologicznym (ograniczenie toksyczności spalin, obniżenie poziomu hałasu), ekonomicznym (krótsze czasy przejazdu wszystkich podróży, spadek kosztów eksploatacji pojazdów) czy społecznym (poprawa warunków życia w aglomeracji, zmiana preferencji komunikacyjnych, wzrost użyteczności przestrzeni miejskiej) [1, 2, 3, 6]. Rozpatrzono więc odcinek (1a, 1b) pod kątem zmian wprowadzonych w ostatnim czasie, jak również możliwości i celowości wprowadzenia kolejnych modernizacji czy udogodnień. Uwzględniono przy tym najbardziej newralgiczne punkty, a więc skrzyżowania z sygnalizacją świetlną na których obser-



7. Dojazd do Bogumińska-Hoża przy wykorzystaniu pasa dla autobusów (możliwość jego przedłużenia od skrzyżowania Obotrycka-Jana z Czarnolasu)

wuje się zwiększony czas oczekiwania pojazdów, szczególnie w godzinach szczytu komunikacyjnego (rys. 4, tab. 4 i 5).

Proponowane metody i środki uprzywilejowania komunikacji miejskiej odniesiono do problemów występujących na omawianym odcinku testowym. W wyborze sugerowano się takimi rozwiązaniami, których realizacja nie napotka większych barier architektonicznych, technologicznych, finansowych oraz nie spowoduje dodatkowych utrudnień w ruchu miejskim. Przykładowo wprowadzenie inteligentnej sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu Obotrycka – wjazd/wyjazd z „Leroy Merlin”, wykorzystującego sterowniki i detektory reagujące na zgłoszenie się autobusu, nie miałyby większego uzasadnienia na skrzyżowaniach Gontyny-Emilii Plater oraz Malczewskiego-Matejki. Reakcja akomodacyjna i nadanie priorytetu dla jednych linii, niepotrzebnie skracaloby czas przejazdu dla innych. Niektóre miejsca odcinka pomiarowego poddano już wcześniej pewnym modyfikacjom, dzięki czemu zastosowanie uprzywilejowania nie powinno spowodować większych niedogodności. Na skrzyżowaniu ulic Wilczej-Komuny Paryskiej dodano pas do skrętu w lewo, co znacznie skróciło czas oczekiwania kierowców jadących na wprost. Pojawiła się więc dodatkowa moż-

liwość pełnego wyłączenia pasa przykrawężnikowego dla skręcających w prawo (w tym autobusów) i przedłużenie go aż do miejsca wysepki przystanku. Zmiana może okazać się jednak niewystarczająca, jeśli weźmie się pod uwagę planowane ukończenie obwodnicy miejskiej. Zwiększona liczba pojazdów wymagała będzie dodatkowych priorytetów dla komunikacji publicznej, np. przez stworzenie pasa o kierunku ruchu przeciwnym do innych użytkowników drogi lub zastosowanie bardziej złożonych systemów organizacji (wprowadzenie obszarów eliminujących przejazd tranzytowy, utworzenie kordonu skrzyżowań dojazdowych o zmniejszonej przepustowości).

Podsumowanie

Przykład przeprowadzonej analizy pozwala stwierdzić, że system transportu zbiorowego wymaga nieustannych korekt i modyfikacji. Wpływają one znacząco na funkcjonalność współczesnych miast, a dostępne środki techniczne, technologiczne, logistyczne czy prawne, powinny w pełni umożliwiać zaspokajanie zmieniających się wymagań. Należy przy tym wykluczyć sytuacje, w których podejmowane działania będą miały charakter remontów odtworze-

niowych i pozornych modernizacji. Ponadto nie wszystkie rozwiązania sprawdzone i wykorzystywane w innych miastach, mogłyby znaleźć zastosowanie dla rozpatrywanego przypadku [1, 2, 4, 5, 6]. Wynika to chociażby ze zwartej zabudowy obszaru, istniejących obiektów inżynierskich czy gęstej sieci połączeń krzyżowych. Szczególnego znaczenia nabiera więc planowanie i koordynacja prac wybranych podmiotów, gdyż metody oraz środki stosowane obecnie, mogą być zupełnie niewystarczające w przyszłości. Ich wdrażanie musi być uwarunkowane wymiernymi korzyściami, by zyski w czasie podróży wszystkich uczestników ruchu były większe niż sumaryczne straty. ◀

Materiały źródłowe:

- [1] Datka S., Suchorzewski W., Tracz M.: Inżynieria ruchu. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1999
- [2] Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M.: Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009
- [3] Komar Z., Wolek Cz.: Inżynieria ruchu, wybrane zagadnienia. Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994
- [4] Radzinski A.: Wpływ budownictwa mieszkaniowego na system komunikacji zbiorowej w Poznaniu. Autobusy - Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, Radom 03/2009
- [5] Tracz M., Allsop R. E.: Skrzyżowania z sygnalizacją świetlną. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1990
- [6] Wesołowski J.: Miasto w ruchu. Przewodnik po dobrych praktykach w organizowaniu transportu miejskiego. Instytut Spraw Obywatelskich, Łódź 2008
- [7] <http://www.sppk.pl>
- [8] <http://www.targeo.pl>
- [9] <http://www.zditm.szczecin.pl>