



MATEUSZ SZARATA

Politechnika Rzeszowska
matsza@prz.edu.pl
ORCID 0000-0003-0227-2811



MARIOLA NY CZ

Politechnika Rzeszowska
m_nycz@prz.edu.pl
ORCID 0000-0001-5828-1085



KAMIL KOWALSKI

Politechnika Rzeszowska
k.kowalski@prz.edu.pl
ORCID 0000-0002-1653-7756

Identyfikacja zachowań kierujących na czasowo wydzielanych pasach autobusowych

Transport autobusowy jest istotnym, a niekiedy jedynym, elementem transportu zbiorowego miasta. Władze miejskie mając świadomość tego, że sprawnie działający transport zbiorowy pozytywnie wpływa na wizerunek i jakość życia w mieście, prowadzą szereg działań mających na celu poprawę jego funkcjonowania. Wydzielone pasy autobusowe stanowią jedno z najefektywniejszych rozwiązań usprawnienia transportu autobusowego, poprawiając punktualność i czasy przejazdu, czyli te cechy, które są najczęściej wymieniane jako istotne przez użytkowników komunikacji autobusowej w badaniach ankietowych dotyczących preferencji komunikacyjnych [1, 3, 4, 5]. Klasyfikacja pasów autobusowych jest bardzo rozbudowana i daje duże

W przypadku pasów autobusowych wydzielanych na stałe, prowadzono szereg badań mających na celu zidentyfikowanie najważniejszych problemów związanych z funkcjonowaniem takiego rozwiązania w odniesieniu do kierowców autobusów oraz kierowców pojazdów indywidualnych [2, 6, 7, 8]. W literaturze brakuje jednak analiz związanych z problemami funkcjonowania czasowych pasów autobusowych, w tym wydzielonych pasów autobusowych działających w systemie *carpooling* (1+2). Celem artykułu jest wskazanie najważniejszych problemów funkcjonowania czasowo wydzielonych pasów autobusowych.

Charakterystyka pasów autobusowych wydzielanych czasowo

Czasowo wydzielane pasy autobusowe stosowane są zazwyczaj w sytuacjach, gdzie ruch autobusów w ciągu całego

możliwości dopasowania odpowiedniego rozwiązania do rzeczywistych potrzeb. Bardzo często pasy autobusowe wydzielane są z istniejącego przekroju drogowego. Takie działania niestety nie zawsze wiążą się z aprobatą mieszkańców miast i odbierane są jako istotne ograniczanie przestrzeni do podróżowania. Dlatego na odcinkach ulic, na których problemy komunikacyjne dotyczą głównie szczytu, często stosowane są pasy autobusowe czasowe, których wprowadzenie jest nieco lepiej przyjmowane przez użytkowników sieci drogowej.



Fot. 1. Oznakowanie pasów autobusowych z dopuszczeniem innych użytkowników (autor: Mateusz Szarata)

dnia nie jest na tyle duży, aby istniała potrzeba wydzielenia pasów na stałe a/lub problemy komunikacyjne ograniczają się do jednego ze szczytów komunikacyjnych w ciągu dnia. Takie rozwiązanie jest również lepiej przyjmowane przez pozostałych użytkowników sieci drogowej.

W okresie obowiązywania pasów autobusowych dopuszcza się również ruch innych użytkowników, między innymi służby miejskie, taksówki, motocykle oraz pojazdy osobowe o napelnieniu min. 3 osób.

Dopuszczanie dodatkowych użytkowników z jednej strony pozwala wykorzystać rezerwy przepustowości pasów autobusowych, co może wydawać się uzasadnione w sytuacjach, gdy ruch autobusowy jest niewielki. Z drugiej zaś strony, zbyt duża liczba pojazdów dopuszczonych do ruchu po wydzielonych pasach może istotnie zredukować potencjalne korzyści dla transportu autobusowego.

Połączenie systemu *carpooling* z wydzielonymi pasami autobusowymi jest szczególnym rozwiązaniem, które jak pokazują badania modelowe [7], może przynieść korzyści w określonych warunkach, ponieważ to właśnie ta forma podróżowania (*carpooling*) przyciąga głównie nowych użytkowników spośród pasażerów komunikacji autobusowej. Innym czynnikiem mogącym istotnie wpłynąć na redukcję efektywności pasów są problemy z oznakowaniem poziomym i pionowym, które musi być zrozumiałe i jednoznaczne w okresie obowiązywania pasów autobusowych, jak i poza nim. W rezultacie organizator ruchu musi zgodzić się na wiele ustępstw, które mogą przyczyniać się do nieprawidłowych zachowań kierujących. W końcu wśród czynników mogących negatywnie wpływać na efektywność pasów autobusowych można wymienić: występowanie parkingów przykrawężnikowych, gęstość zjazdów czy dopuszczenie wykonywania skrętu w prawo na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną.

Pomiary ruchu w transporcie indywidualnym i zbiorowym

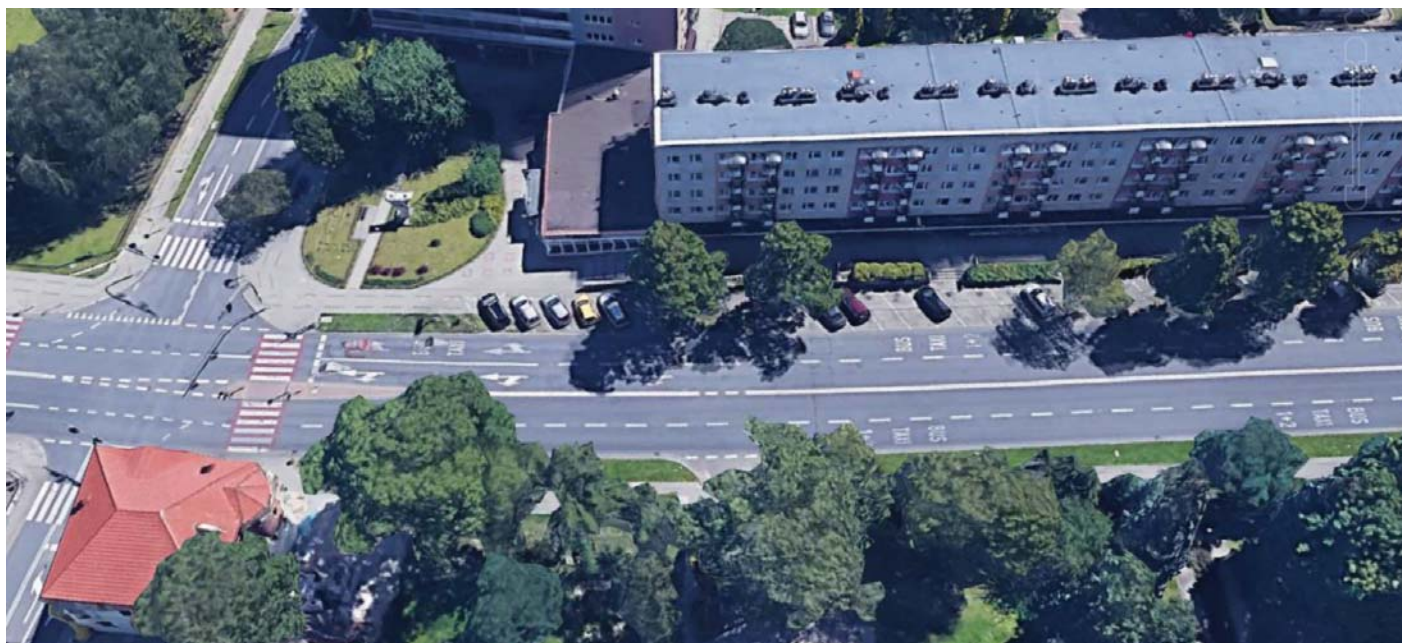
a) Odcinek pomiarowy

Badania zachowań kierujących na wydzielonych pasach autobusowych (PA) zostały przeprowadzone w Rzeszowie na ul. Dąbrowskiego (fot. 2). Do obserwacji wybrany został odcinek o łącznej długości 1300 m składający się z jednojezdniowej ulicy z dwoma pasami ruchu w każdym kierunku (do centrum i od centrum). Pasy ruchu mają 3,5 m szerokości. Na tym odcinku w godzinach szczytu porannego (tj. 6:30–9:30) i popołudniowego (tj. 14:30–17:30) obowiązują pasy autobusowe przykrawężnikowe w obu kierunkach.

W kierunku centrum pasy autobusowe zostały wydzielone za pomocą linii ciągłej na 15% długości analizowanego odcinka, a w kierunku przeciwnym jedynie na 7% długości. Na pozostałej części znajduje się linia przerywana. Ponadto, na jednej czwartej odcinka w kierunku do centrum występują parkingi przykrawężnikowe. W przeciwnym kierunku udział parkingów przykrawężnikowych wynosi 8%. Istotną cechą funkcjonowania pasów autobusowych w tym miejscu jest dopuszczenie do ruchu pojazdów osobowych o napelnieniu minimum 3 osób. Na odcinku znajdują się dwa skrzyżowania z sygnalizacją świetlną, na których liczba pasów na wlocie nie ulega zmianie. W ramach pomiarów przeprowadzono obserwację:

- natężenia ruchu,
- struktury kierunkowej i rodzajowej pojazdów,
- czasów przejazdu w transporcie publicznym,
- napelnienia pojazdów w transporcie publicznym,
- identyfikacji pojazdów z napelnieniem min. 3 os.,
- zachowań kierujących na pasach autobusowych.

Charakterystyka odcinka została przedstawiona w tabeli 1.



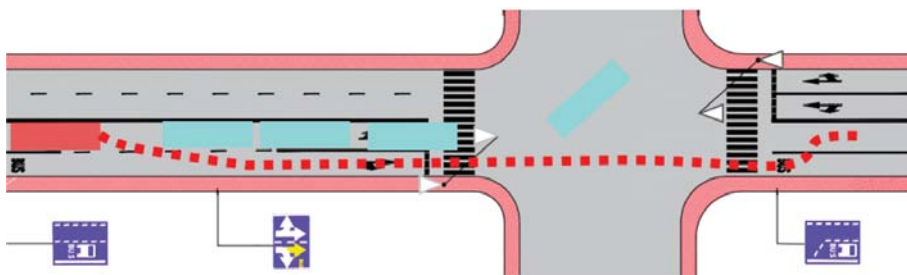
Fot. 2. Odcinek ul. Dąbrowskiego (źródło: Mapy Google)

Tabela 1. Charakterystyka analizowanego odcinka

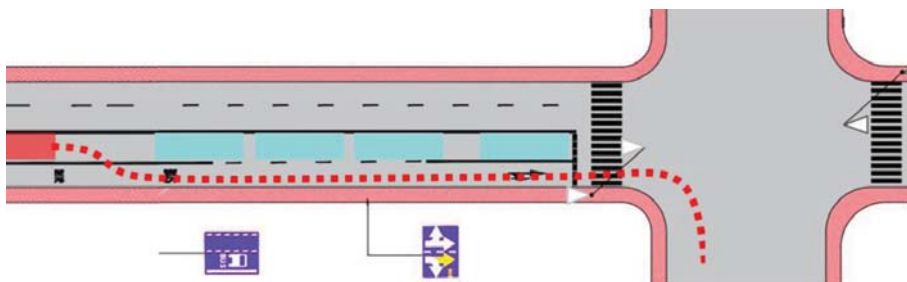
Kierunek	Wydzielenie PA linią ciągłą		Wydzielenie PA linią przerywaną		Dostęp do PA dla pojazdów skręcających w prawo		Długość parkingów przykrawężnikowych	
	łączna długość [m]	udział [%]	łączna długość [m]	udział [%]	łączna długość [m]	udział [%]	łączna długość [m]	udział [%]
Do centrum	207	15	963	70	200	15	350	26
Od centrum	87	7	986	76	227	17	100	8

b) Badania ruchu

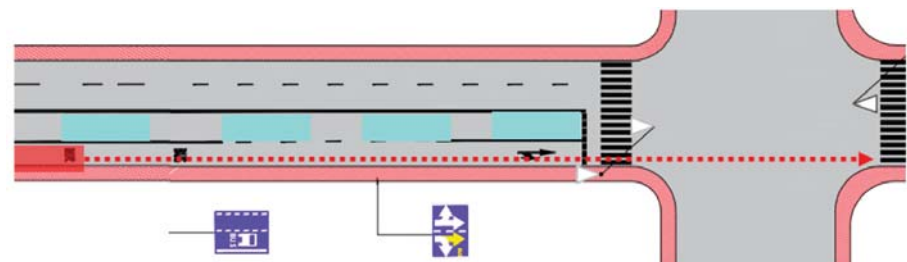
W dniach 10 i 11 września 2020 r. na terenie miasta Rzeszowa zostały wykonane pomiary wykorzystania pasów autobusowych w ciągu ulicy Generała Jarosława Dąbrowskiego. Do pomiaru wybrano dwa skrzyżowania z ulicami Wincentego Pola oraz Zofii Chrzanowskiej. Na każdym skrzyżowaniu w pomiarze uczestniczyły dwie osoby. Każda z osób prowadziła pomiar liczby pojazdów na wydzielonym pasie autobusowym w obu kierunkach. Zasadniczym celem tego pomiaru była ilościowa identyfikacja samochodów osobowych, które nie powinny znaleźć się na pasie autobusowym oraz identyfikacja liczby nieprawidłowych manewrów. Przed przystąpieniem do badań przyjęto, że obserwacja nieprawidłowych zachowań kierujących będzie ograniczać się do następujących manewrów:



Rys. 1. Wyprzedzanie pasem autobusowym i jazda na wprost (autor: Mateusz Szarata)



Rys. 2. Przedwczesny wjazd na pas autobusowy (autor: Mateusz Szarata)



Rys. 3. Jazda pasem na wprost (autor: Mateusz Szarata)

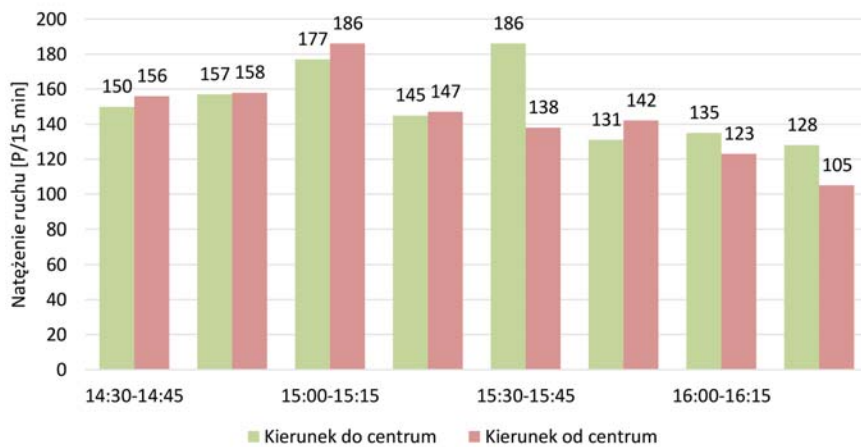
- Wyprzedzanie pasem autobusowym i wjazd na pas ogólnodostępny za skrzyżowaniem (rys. 1).
- Przedwczesny wjazd na pas autobusowy kierujących pojazdami osobowymi, chcących skręcić w prawo (rys. 2). Ocena prawidłowego zajęcia pasa autobusowego przez pojazdy osobowe wykonujące manewr skrętu w prawo w sytuacji, gdy ponad 70% pasów jest wydzielonych linią przerywaną, stanowi duży problem. Ostatecznie przyjęto prawidłową odległość zmiany pasa na poziomie 50 m od skrzyżowania.
- Nieuprawniona jazda pasem autobusowym na wprost (lub w prawo) – rysunek 3.

c) Wyniki pomiarów zachowań kierujących na pasach autobusowych

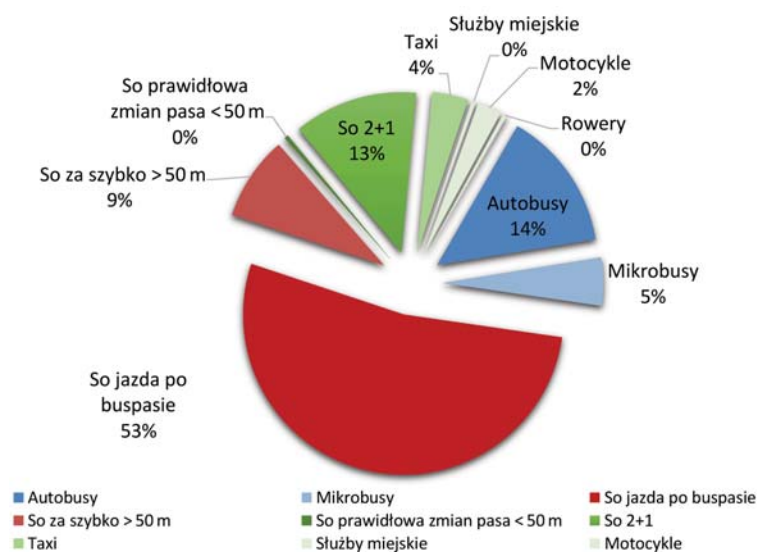
Jednymi z analizowanych parametrów były natężenie ruchu i struktura kierunkowa na pasach autobusowych. W godzinie szczytu odnotowano 1294 pojazdów w przekroju, a struktura kierunkowa wyniosła 48% pojazdów w kierunku do centrum i 52% pojazdów w przeciwną stronę. Na rysunku 4 przedstawiono histogram natężenia ruchu na ul. Dąbrowskiego.

Dominującym kierunkiem ruchu na analizowanych skrzyżowaniach badanego ciągu była relacja na wprost, która obejmowała 77% pojazdów, pozostałe pojazdy obejmowały relacje skrętne. Dla godziny szczytu opracowano wykres struktury rodzajowej użytkowników wydzielonego pasa autobusowego. Wykres uwzględnia również przyjętą klasyfikację zachowań kierujących. Samochody osobowe podzielono według czterech grup:

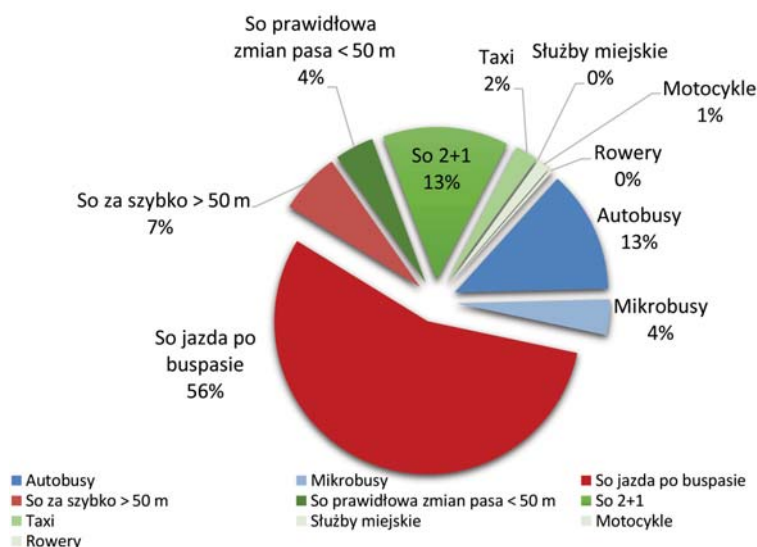
- Samochody osobowe (So) jadące po PA;
- So wjeżdżające na PA w odległości większej niż 50 m od skrzyżowania (w tym pojazdy wykorzystujące PA do wyprzedzania);
- So wjeżdżające na PA w odległości mniejszej niż 50 m od krawędzi skrzyżowania;
- So 2+1, czyli pojazdy z kierowcą i co najmniej dwoma pasażerami, które są uprawnione do poruszania się po PA.



Rys. 4. Histogram natężenia ruchu na ul. Dąbrowskiego (autor: Mateusz Szarata)



Rys. 5. Struktura rodzajowa użytkowników pasa autobusowego – kierunek do centrum (autor: Kamil Kowalski)



Rys. 6. Struktura rodzajowa użytkowników pasa autobusowego – kierunek od centrum (autor: Kamil Kowalski)

Warto zwrócić uwagę na to, że zarówno w kierunku do centrum, jak i od centrum 30% pojazdów jadących na wprost poruszało się prawym pasem. Niezależnie od kierunku, ponad 60% kierowców stanowiła grupa, która nie powinna korzystać z pasa autobusowego, a pojazdy transportu zbiorowego stanowiły jedynie 19% wszystkich pojazdów. Przeprowadzone pomiary wykazały, że tylko 13% pojazdów spełniało wymóg minimalnego napełnienia uprawniającego do jazdy wydzielonym pasem autobusowym. Szczegółowe wyniki pomiarów w rozbiu na kierunki przedstawiono na rysunkach 5 i 6.

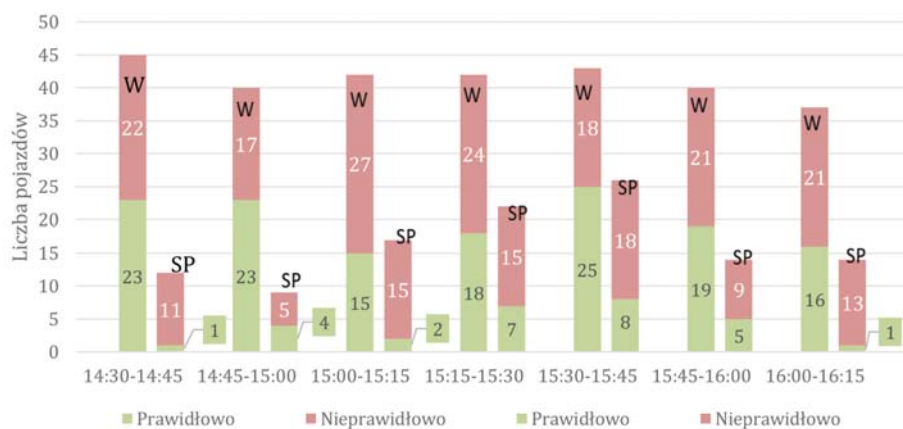
Najwięcej nieprawidłowych zachowań zaobserwowano dla relacji skrętu w prawo na skrzyżowaniu. Prawie 75% takich manewrów związanych było z nieuzasadnionym wjazdem na PA. Na rysunkach 7 i 8 przedstawiono szczegółowe wyniki w rozbiu na kwadrans dla każdej relacji (W – wprost, SP – skręt w prawo) z podziałem na dwie grupy: uprawnieni i nieuprawnieni użytkownicy pasa autobusowego. Do grupy nieuprawnionych pojazdów poruszających się po wydzielonych pasach autobusowych zostały wliczone te samochody osobowe, które zajęły pas autobusowy w odległości większej niż 50 m od skrzyżowania, jak również jazdy, w których było mniej niż dwóch pasażerów i kierowca.

Analizując liczbę nieprawidłowych zachowań ogółem, zdecydowana większość dotyczyła jazdy pasem autobusowym na wprost (60% wszystkich nieprawidłowych zachowań). Drugim co do wielkości nieprawidłowym zachowaniem, które zaobserwowano, była jazda pasem autobusowym i skręt w prawo. Natomiast przedwczesny wjazd i wykorzystanie pasa do wyprzedzania stanowiły stosunkowo niewielki udział.

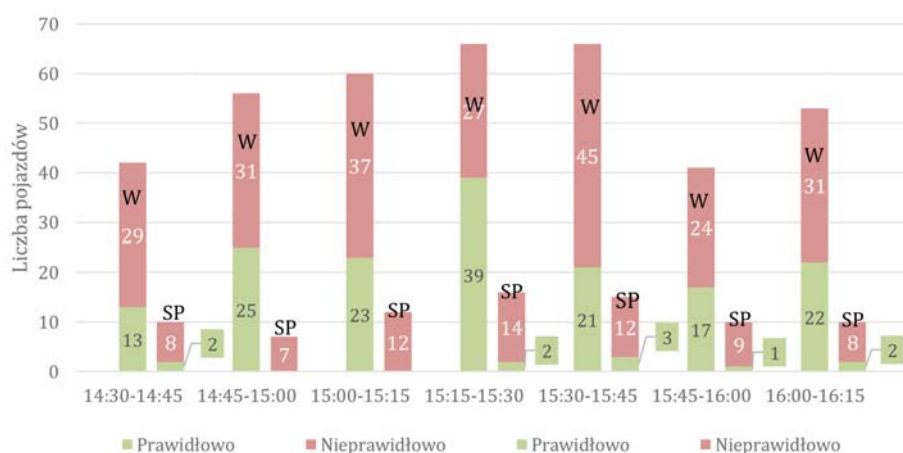
d) Wyniki pomiarów w transporcie zbiorowym

Dla okresu objętego pomiarem ruchu pozyskano dane o czasie przejazdu i napełnieniu pojazdów pochodzące z automatycznego systemu zarządzania transportem publicznym. Na podstawie dwóch dni została przeprowadzona analiza czasu przejazdu między przystankami na odcinku do centrum (Dąbrowskiego: Wydział Muzyki – Pawilony-Dworek) i od centrum (Dąbrowskiego: Park – KW Policji – Boh. Westerplatte).

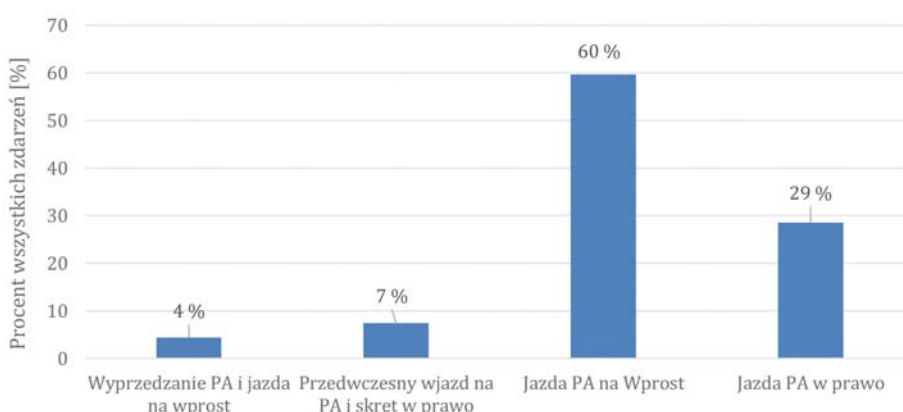
Średni czas przejazdu między przystankami na analizowanym odcinku w obu kierunkach wynosił 1 min 19 s (średnia wyznaczona na podstawie dwóch analizowanych dób). Zauważalne są wyraźne odchylenia od tej wielkości dotyczące szczytu popołudniowego, zwłaszcza między 15:00–16:00, na odcinku w kierunku „od centrum”, który przedstawiono na rysunku 10. Średni czas przejazdu był dłuższy o ponad 60% w ana-



Rys. 7. Struktura kierunkowa natężenia ruchu na pasie autobusowym z wyszczególnieniem pojazdów nieuprawnionych do ruchu po pasie na skrzyżowaniu ul. Dąbrowskiego-Chrzanowskiej – kierunek do centrum (autor: Kamil Kowalski)



Rys. 8. Struktura kierunkowa natężenia ruchu na pasie autobusowym z wyszczególnieniem pojazdów nieuprawnionych do ruchu po pasie na skrzyżowaniu ul. Dąbrowskiego-Chrzanowskiej – kierunek od centrum (autor: Kamil Kowalski)



Rys. 9. Udział procentowy nieprawidłowych zachowań (autor: Kamil Kowalski)

lizowanym interwale 15-minutowym (15:30–15:45) i niemal 40% dłuższy między 15:15–15:30. W kierunku przeciwnym nie został odnotowany wydłużony czas przejazdu na danym odcinku w stosunku do wartości średniej.

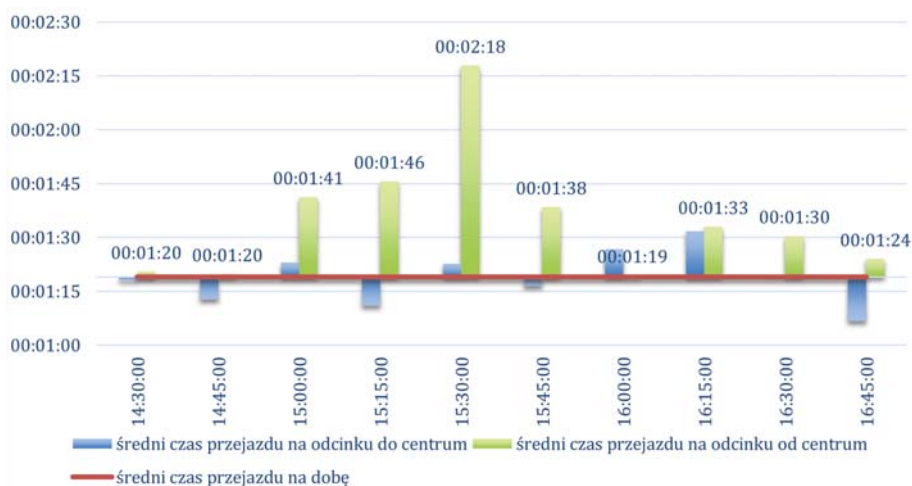
temem 1+2, stwarza dodatkowe problemy w egzekwowaniu przepisów, ponieważ jedno z najskuteczniejszych rozwiązań dyscyplinujących kierowców – systemy automatycznego nadzoru, w tym przypadku są bezużyteczne ze względu

Na wykresach 11–12 przedstawiono zestawienie potoków w transporcie indywidualnym oraz potoki w transporcie zbiorowym. Dane o liczbie pasażerów uzyskano z automatycznych systemów pokładowych. Łączna liczba pasażerów jest zbliżona do liczby pojazdów z uwzględnieniem średniego napelnienia 1,2 os/P jakie uzyskano w Rzeszowie po przeprowadzeniu Kompleksowych Badań Ruchu w 2015 r.

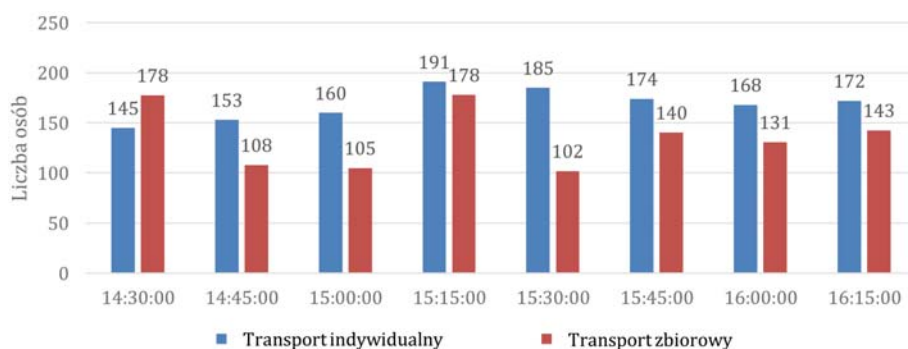
Podsumowanie i wnioski

W artykule podjęto próbę identyfikacji zachowań kierujących o oceny efektywności funkcjonowania czasowo wydzielonych pasów autobusowych z dopuszczeniem ruchu pojazdów o większym napelnieniu. Analizowany przykład pokazał, że funkcjonowanie pasów autobusowych w tej formie jest obciążone szeregiem czynników wpływających negatywnie na efektywność tego rozwiązania.

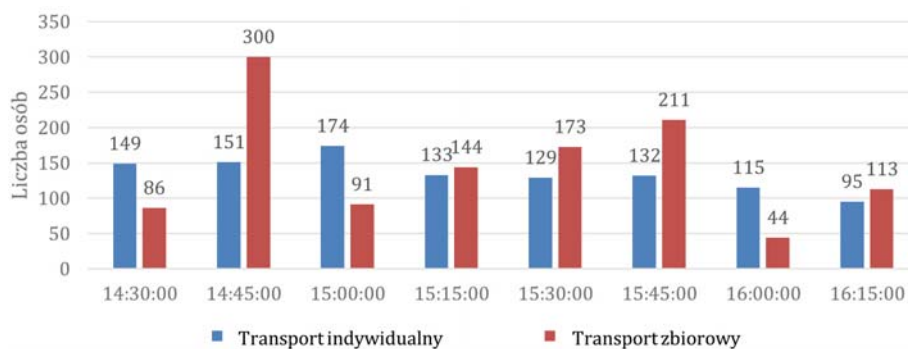
Wprowadzając czasowo wydzielane pasy autobusowe musimy osiągnąć szereg kompromisów związanych z dostosowaniem organizacji ruchu, która będzie czytelna i jednoznaczna dla okresu, w którym pas obowiązuje i kiedy jest nieaktywny. Jak pokazuje analizowany przypadek, kompromis taki prowadzi do tego, że jednoznaczne oddzielenie PA od pasa ogólnego za pomocą linii ciągłej możliwe było do wprowadzenia jedynie na 15% długości odcinka, pozostałą część stanowi linia przerywana, co wyraźnie sprzyja nieprawidłowym zachowaniom na pasach autobusowych, szczególnie w rejonie skrzyżowań. Przeprowadzone badania pokazały, że ponad 60% natężenia ruchu na wydzielonych pasach autobusowych w Rzeszowie stanowią samochody osobowe nieupoważnione do poruszania się tym pasem. Przeważająca większość kierowców nieupoważnionych do jazdy PA korzysta z niego w sposób bezwzględny, podróżując nim wzdłuż całej długości odcinka. Duży udział takich zachowań może świadczyć o poczuciu bezkarności kierowców. Połączenie czasowo wydzielanych pasów autobusowych z systemem 1+2, stwarza dodatkowe problemy w egzekwowaniu przepisów, ponieważ jedno z najskuteczniejszych rozwiązań dyscyplinujących kierowców – systemy automatycznego nadzoru, w tym przypadku są bezużyteczne ze względu



Rys. 10. Różnica w czasie przejazdu na odcinku do i od centrum w interwale 15-minutowym (autor: Mariola Nycz)



Rys. 11. Potoki pasażerskie vs liczba pojazdów w kierunku od centrum (autor: Mariola Nycz)



Rys. 12. Potoki pasażerskie vs liczba pojazdów w kierunku do centrum (autor: Mariola Nycz)

na problemy z prawidłowym rozpoznaniem napelnienia pojazdu. Pewnym usprawiedliwieniem w nieprzestrzeganiu przepisów mogą być parkingi przykrawężnikowe, które skutecznie utrudniają ocenę służbom porządkowym czy dany pojazd właśnie stara się skorzystać z miejsca postojowego czy świadomie łamie przepisy przejeżdżając PA. Na jednym z kierunków występują one na prawie 26% trasy.

PA działające w obecnej formie mają spore rezerwy umożliwiające zwiększenie ich efektywności. Przeprowadzone analizy czasu przejazdu w transporcie publicznym

pokazały wyraźnie, że utrudnienia komunikacyjne występujące w godzinach szczytu znacząco wydłużają średnie czasy przejazdu. Analizując wielkość potoków pasażerskich można dojść do wniosku, że pasy autobusowe na tym ciągu są potrzebne. Pomimo obostrzeń pandemicznych, liczba pasażerów dorównywała liczbie osób w transporcie indywidualnym. Z przeprowadzonych analiz wynika jasno, że poprawa zaistniałej sytuacji wymaga wprowadzenia szeregu kroków, które umożliwiłyby czytelnie i jednoznacznie oznakować pasy autobusowe i wprowadzić automatyczny system nadzoru nad pojazdami poruszającymi się po pasach autobusowych, rezygnując tym samym z przywileju 1+2.

Poprawa warunków ruchu na wydzielonych pasach autobusowych będzie możliwa przede wszystkim po rezygnacji z systemu 1+2, z którego obecnie korzysta 13% użytkowników PA i zastosowaniu automatycznego systemu nadzoru ruchu na PA. Jak pokazują badania [7], to właśnie użytkownicy tej grupy najchętniej będą uzupełniać system transportu autobusowego o nowych pasażerów. Kolejny element mogący usprawnić pracę PA wymaga wprowadzenia jednoznacznej organizacji ruchu, zakładającej wprowadzenie linii ciągłych na dłuższych odcinkach oraz separatorów fizycznych na wybranych fragmentach odcinka.

Bibliografia

- [1] Ruiz M, Segui-Pons J.M., Mateu-Lladó J., *Improving bus service level through bus frequency modelling*. „Journal of Transport Geography” nr 58 (2017) s. 220–233.
- [2] Bauer M., *Identyfikacja zachowań kierowców na pasach autobusowych*. „Logistyka” nr 3 (2012) s. 93–102.
- [3] de Oña J., de Oña R., Eboli L., Mazzulla G., *Perceived service quality in bus transit service: a structural equation approach*. „Transport Policy” nr 29 (2013) s. 219–226.
- [4] Dell’Olio L., Ibeas A., Cecin P., *The quality of service desired by public transport users*. „Transport Policy” nr 18 (2011) s. 217–227.
- [5] Joewono T.B., Tarigan A.K., Susilo Y.O., *Road-based public transportation in urban areas of Indonesia: what policies do users expect to improve the service quality?* „Transport Policy” nr 49 (2016) s. 114–124.
- [6] Shi X., Zhang L., *Effects of altruism and burnout on driving behavior of bus drivers*. „Accident Analysis & Prevention” nr 102 (2017) s. 110–115.
- [7] Yao J., Cheng Z., Shib F., An S., Wang J., *Evaluation of exclusive bus lanes in a tri-modal road network incorporating carpooling behavior*. „Transport Policy” nr 68 (2018) s. 130–141.
- [8] Zdanowicz-Dejnak M., *Zachowania kierowców na pasach autobusowych*. „Transport miejski i regionalny” nr 8 (2012) s. 34–39.