

Adam Molecki

Inteligentne priorytetowanie transportu publicznego na drogach wyższych kategorii

JEL: R42, L96, DOI: 10.24136/atest.2017.012

Data zgłoszenia: 27.11.2017, Data akceptacji: 15.01.2018

Zastosowanie urządzeń z zakresu Inteligentnych Systemów Transportowych (ITS) na drogach zamiejskich wciąż jest niewielkie. W zakresie sygnalizacji świetlnej nadal szczytem technologii wydaje się być prosta akomodacja. Sytuacja ta będzie się w najbliższym czasie zmieniać. Warto w tym przypadku zwrócić uwagę na to, iż dynamicznie rozwijające się systemy inteligentnego priorytetowania transportu zbiorowego nie muszą dotyczyć jedynie miast.

Słowa kluczowe: Inteligentne Systemy Transportowe, priorytetowanie, transport publiczny.

Wstęp

Utarło się, że priorytetowanie środków transportu publicznego dotyczy miast. Mimo iż poza miastami również coraz częściej można spotkać urządzenia, które można zakwalifikować do kategorii ITS, nadal nie może być mowy o ich powszechności na drogach zamiejskich – powiatowych, wojewódzkich czy krajowych. Najbardziej widoczne są tablice i znaki zmiennej treści, zarządzane z lokalnych centrów sterowania lub instalacji nakierowanych stricte na informowanie o warunkach pogodowych.

Na niektórych drogach można napotkać tablice wskazujące czas przejazdu do miejsca docelowego 2 alternatywnymi korytarzami. Pojawiają się pierwsze urządzenia odcinkowego pomiaru prędkości, które mają na celu penalizację zachowań niebezpiecznych. Na ważniejszych drogach wdraża się monitoring automatycznie wykrywający sytuacje niebezpieczne, jak jazda w kierunku przeciwnym do wyznaczonego czy poruszanie się z niewielką prędkością na drogach o wysokich klasach.

Oczywiście różnego rodzaju urządzeń jest więcej, niemniej właściwie żadne z nich nie są nakierowane na promocję transportu zbiorowego. Można to uznać za naturalne, albowiem wykorzystanie dróg tych do prowadzenia transportu zbiorowego jest relatywnie niskie. Co więcej, utrudnienia prowadzenia publicznego transportu osób nie wydają się największym problemem zarządów dróg o charakterze ponadmiejskim. Tym niemniej to, co z punktu widzenia organu zarządzającego drogą jest problemem marginalnym, dla przewoźników oraz organizatorów przewozów jest już znaczącą trudnością.

Promocja transportu publicznego

Organizatorzy transportu zbiorowego walczą niemal o każdą sekundę na skrzyżowaniach, tak by na całej trasie przejazdu zyskać kilka minut. Aby uzyskać konkurencyjność względem transportu indywidualnego, w miastach wprowadza się wydzielone pasy i jezdnie autobusowe. Na drogach zamiejskich zazwyczaj koszt takich zabiegów byłby nieadekwatny do korzyści, ze względu na niskie częstotliwości kursowania autobusów. Wyjątki stanowią drogi prowadzące do centrów największych aglomeracji, choć nawet w przypadku

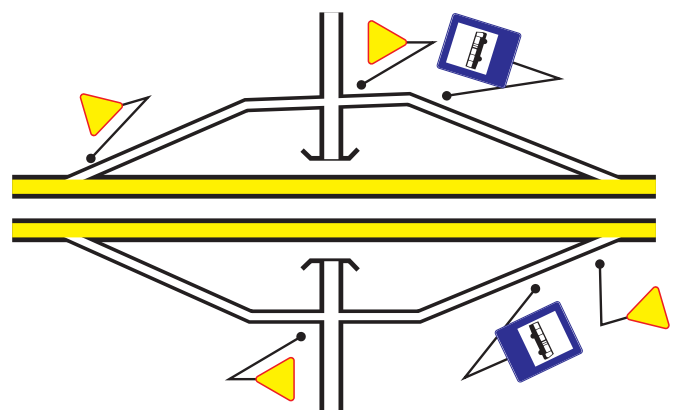
Warszawy, mimo licznych zapowiedzi, decyzje takie napotykały na skuteczny opór (np. na trasie Piaseczno-Warszawa [7]).

Na większości korytarzy trudno sobie wyobrazić nawet dynamiczne wydzielanie pasów autobusowych [5], które skądinąd nawet w miastach krajów wysoko rozwiniętych jest rzadkością. W Polsce niewiele dróg krajowych ma więcej niż 2 pasy (nie licząc awaryjnego) przeznaczone dla jednego kierunku, zatem trudno w ogóle wyobrazić sobie nakaz poruszania się wszystkich pojazdów, w tym ciężkich zestawów transportu towarowego, jednym pasem, tak by umożliwić swobodny przejazd pojedynczemu autobusowi.

Konsekwencją tego stanu rzeczy jest poddanie autobusów utrudnieniom związanym z zatorami ruchowymi na równi z pojazdami indywidualnymi. Częstokroć nawet w większym wymiarze, gdyż naciski lobby motoryzacyjnego wciąż prowadzą do budowy zatok autobusowych, z których włączenie się autobusów nie zawsze bywa proste. Należy przy tym pamiętać, iż poza terenem zabudowanym obowiązujące regulacje prawne nie wymuszają na innych uczestnikach ruchu ułatwiania takich manewrów (por. art. 18 *Prawa o ruchu drogowym* [9]). W związku z powyższym pasażerowie komunikacji zbiorowej ponoszą dodatkowe koszty czasowe. Największe jednak utrudnienia związane są z przejazdem przez węzły drogowe.

Pokonywanie skrzyżowań z sygnalizacją świetlną

W przypadku typowych skrzyżowań problem pojazdów komunikacji zbiorowej jest jeszcze relatywnie niewielki. Skrzyżowania wyposażone w sygnalizację świetlną na drogach zamiejskich są zwykle rozmieszczone w relatywnie dużych odległościach od siebie. Zgodnie z powszechnie uznawanymi zasadami nie stosuje się koordynacji, gdy odległości te przekraczają 1 km [1]. Nie występuje więc problem niedostosowania prędkości przejazdu autobusów do parametrów zielonej fali [6]. Co więcej, możliwe jest na takich skrzyżowaniach priorytetowanie pojazdów komunikacji zbiorowej tudzież bramkowanie (sztuczne ograniczanie dostępności wybranego obszaru dla pojazdów indywidualnych) [4].



Rys. 1. Typowa lokalizacja przystanków komunikacji zbiorowej na węzłach grupy B na przykładzie węzła typu karo

Źródło: rys. A. Molecki.

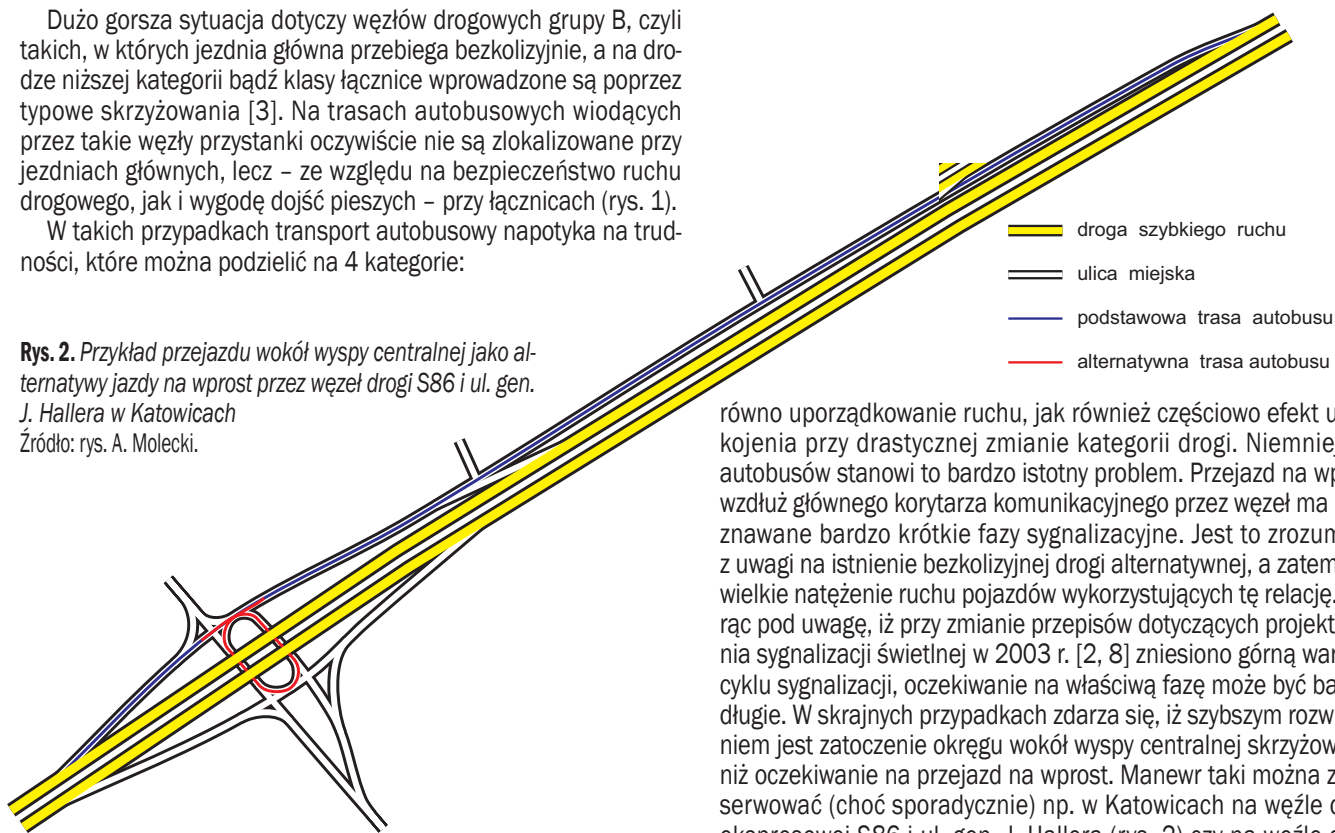
Dużo gorsza sytuacja dotyczy węzłów drogowych grupy B, czyli takich, w których jezdnia główna przebiega bezkolizyjnie, a na drodze niższej kategorii bądź klasy łącznice wprowadzone są poprzez typowe skrzyżowania [3]. Na trasach autobusowych wiodących przez takie węzły przystanki oczywiście nie są zlokalizowane przy jezdniach głównych, lecz – ze względu na bezpieczeństwo ruchu drogowego, jak i wygodę dojść pieszych – przy łącznicach (rys. 1).

W takich przypadkach transport autobusowy napotyka na trudności, które można podzielić na 4 kategorie:

Rys. 2. Przykład przejazdu wokół wyspy centralnej jako alternatywy jazdy na wprost przez węzeł drogi S86 i ul. gen. J. Hallera w Katowicach

J. Hallera w Katowicach

Źródło: rys. A. Molecki.



- ❖ poruszanie się łącznicami o niższych parametrach niż droga główna (kierujący autobusem zmuszony jest ograniczyć prędkość zwykle do 40–50 km/h, a nierzadko i niższej, ze względu na wyżej położony środek ciężkości i wiążące się z tym ograniczenia możliwości bezpiecznego pokonywania łuków);
- ❖ włączanie się do ruchu po obsłudze przystanku;
- ❖ przekroczenie drogi poprzecznej (naturalnie nadrzędnej względem łącznicy);
- ❖ włączenie się do ruchu na drodze głównej przy opuszczaniu węzła drogowego.

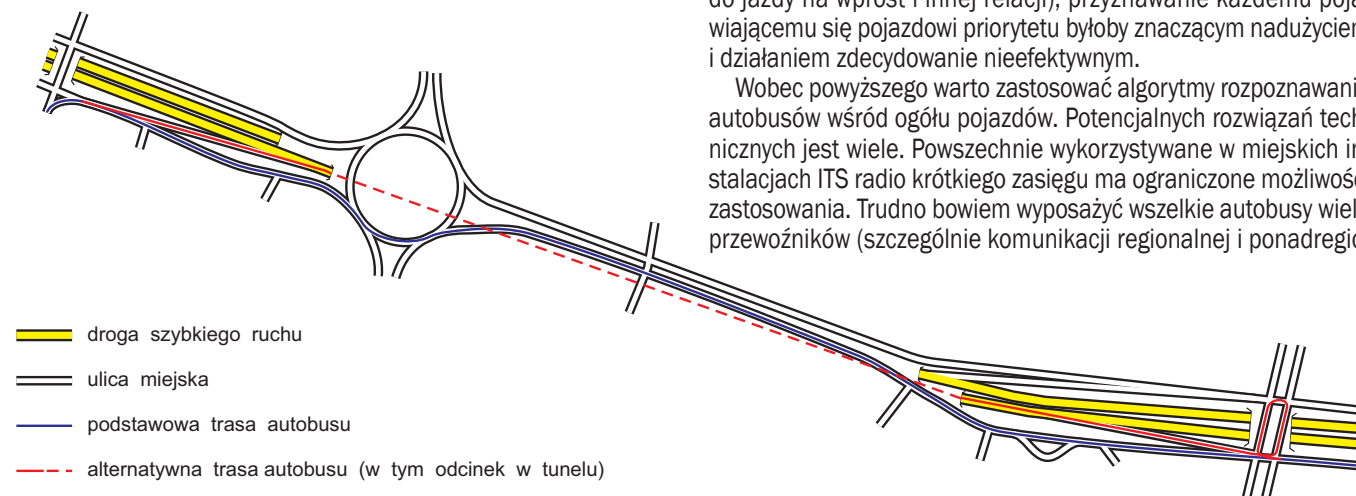
Coraz częściej budowane węzły tego typu wyposażane są w sygnalizację świetlną na skrzyżowaniu. Uzyskuje się dzięki temu za-

równo uporządkowanie ruchu, jak również częściowo efekt uspokojenia przy drastycznej zmianie kategorii drogi. Niemniej dla autobusów stanowi to bardzo istotny problem. Przejazd na wprost wzdłuż głównego korytarza komunikacyjnego przez węzeł ma przyznawane bardzo krótkie fazy sygnalizacyjne. Jest to zrozumiałe z uwagi na istnienie bezkolizyjnej drogi alternatywnej, a zatem niewielkie natężenie ruchu pojazdów wykorzystujących tę relację. Biorąc pod uwagę, iż przy zmianie przepisów dotyczących projektowania sygnalizacji świetlnej w 2003 r. [2, 8] zniesiono górną wartość cyklu sygnalizacji, oczekiwanie na właściwą fazę może być bardzo długie. W skrajnych przypadkach zdarza się, iż szybszym rozwiązaniem jest zatoczenie okręgu wokół wyspy centralnej skrzyżowania niż oczekiwanie na przejazd na wprost. Manewr taki można zaobserwować (choć sporadycznie) np. w Katowicach na węźle drogi ekspresowej S86 i ul. gen. J. Hallera (rys. 2) czy na węźle drogi krajowej 79 i ul. J. Dudy-Gracza, gdzie przejazd na wprost jest manewrem zabronionym (rys. 3).

Inteligentne priorytetowanie pojazdów komunikacji miejskiej na węzłach drogowych

Jak wspomniano, sygnał zielony przyznawany relacji, z której korzystają autobusy zmierzające drogami głównymi do centrum aglomeracji, jest zwykle krótki. Jest to uzasadnione i zmiana w tym zakresie nie ma większego sensu. Uzasadnione natomiast jest radykalne skrócenie czasu oczekiwania na fazę. Ze względu na fakt, iż z takiej relacji korzystać mogą inni użytkownicy dróg (szczególnie, gdy łącznice drogowe są długie i mieszczą się przy nich dodatkowe wjazdy tudzież gdy wlot łącznicy na skrzyżowanie ma wspólny pas do jazdy na wprost i innej relacji), przyznawanie każdemu pojawiającemu się pojazdowi priorytetu byłoby znaczącym nadużyciem i działaniem zdecydowanie nieefektywnym.

Wobec powyższego warto zastosować algorytmy rozpoznawania autobusów wśród ogółu pojazdów. Potencjalnych rozwiązań technicznych jest wiele. Powszechnie wykorzystywane w miejskich instalacjach ITS radio krótkiego zasięgu ma ograniczone możliwości zastosowania. Trudno bowiem wyposażyć wszelkie autobusy wielu przewoźników (szczególnie komunikacji regionalnej i ponadregio-



Rys. 3. Przykład przejazdu wokół wyspy centralnej jako alternatywy jazdy na wprost przez węzeł drogi S86 i ul. gen. J. Hallera w Katowicach

Źródło: rys. A. Molecki.

nalnej), często z odległych miejscowości, w specjalną aparaturę. Jest to tym trudniejsze, iż wykorzystanie zestandaryzowanych protokołów komunikacyjnych v2i (*vehicle to infrastructure*) jest technologią nowszą, która – wedle wiedzy autora – jeszcze nie znalazła zastosowania u przewoźników pasażerskich w Polsce.

Nieco łatwiejsze wydawać by się mogło rozpoznawanie tablic rejestracyjnych. Obecnie stosowane rozwiązania temu służące cechują się wysoką skutecznością rozpoznawania numerów, wobec czego ich zastosowanie byłoby możliwe. Technicznie realne byłoby również wykorzystanie nadajników systemu viaTOLL (czy też jego potencjalnego następcy), szczególnie, że czynniki znajdują się już na węzłach drogowych. Trudności natomiast mogłyby dotyczyć aspektów prawnych dostępu do tych danych. Zatem automatyczne przekazywanie danych bezpośrednio z istniejących baz krajowych należy obecnie wykluczyć. W konsekwencji trudnością w obu przypadkach byłoby również uaktualnianie bazy identyfikatorów pojazdów, którym powinien być przyznany priorytet. O ile transmisja danych od zarządzającego ruchem do sterownika sygnalizacji nie wymagałaby stałego łącza światłowodowego (zdecydowanie wystarczające byłoby łącze GPRS), o tyle problematyczne byłoby samo aktualizowanie bazy danych u zarządzającego ruchem. Dowolny przewoźnik dowolną zmianę dotyczącą identyfikatora dowolnego pojazdu (kasacji, zakupu, dzierżawy, wypożyczenia, użyczenia czy innej zmiany) musiałby na bieżąco przekazywać. Proces zatem wydaje się dalece nieefektywny, tym bardziej, że trudno spodziewać się ujednolicenia systemu zgłoszeń w skali kraju.

Potencjalnie najwygodniejsze wydaje się wykorzystanie automatycznego rozpoznawania marki i typu pojazdu oparte o wideodetekcję, co jest już od dłuższego czasu dostępne na rynku. Obecnie rozpoznawanie analizatory temu służące cechuje bardzo wysoka skuteczność. Stosowane rozwiązania opierają się na pracy w czasie rzeczywistym. Tym samym możliwe jest zastosowanie tej techniki w sterowaniu ruchem na skrzyżowaniu. Dzięki temu można z odpowiednim wyprzedzeniem przygotować fazę właściwą dla autobusu, a w uzasadnionych przypadkach zastosować algorytm upewniający, iż zdążył on już przekroczyć linię warunkowego zatrzymania. To z kolei ma istotne znaczenie, jeśli na pasie, z którego będzie korzystać autobus, przewiduje się możliwość pojawiania się kolejek pojazdów.

Tego typu algorytmy obciążone są błędem przyznania priorytetu pojazdowi niewykonującemu funkcji handlowej, lecz zakładając, że przy danej łącznicy nie znajduje się zajezdnia przewoźnika, zjawisko to można uznać za marginalne, a zatem pomijalne. Oczywiście nie ma znaczenia, czy autobus wykonuje przewóz dla organizatora miejskiego, regionalnego, krajowego, czy nawet międzynarodowego. W każdym z tych przypadków jest to transport zbiorowy. Co więcej, jeżeli jest to przewóz dokonywany na zlecenie podmiotu publicznego, pojawiające się przy tym ograniczenie kosztów jego funkcjonowania, w krótszej lub dłuższej perspektywie, przełoży się na wysokość dopłat budżetowych do tej usługi.

Oczywiście nie można zapominać o podatności wideodetekcji na warunki atmosferyczne. Szczególnie problematyczne może być w tym zakresie pojawianie się mgieł. Wszak w wielu przypadkach węzły dróg wyższych klas i kategorii mieszczą się na terenach o bardzo niskim stopniu zurbanizowania, jak również melioracji. Niemniej poza zupełnie wyjątkowymi miejscami, gdzie tego typu zjawiska występują często a ukształtowanie terenu nie sprzyja ich ustępowaniu, warto rozważyć wdrożenie opisanej technologii. Podobnie jak instaluje się sygnalizację świetlną, która realnie poprawia warunki ruchu przez kilka godzin na dobę, czy w ogóle ogranicza się jej funkcjonowanie do kilkunastu godzin na dobę, tak i ograniczenie skuteczności algorytmów wspierających płynny

przejazd autobusów przez kilkanaście godzin w roku, nie powinno dyskwalifikować ich zastosowania.

Podsumowanie

Wprowadzenie daleko idącego uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego na drogach pozamiejskich wyższych klas jest trudne technicznie, kosztowne, jak i często charakteryzuje się niską efektywnością. Działanie takie może stać się również zarzewiem konfliktów społecznych. Dostępne technologicznie i pozytywnie rokujące jest zastosowanie urządzeń przynależących do kategorii Inteligentnych Systemów Transportowych dla niwelowania strat związanych z zatrzymaniami pozahandlowymi na węzłach drogowych. Rozwiązania takie są niezaprzeczalnie tańsze niż np. budowa kilkusetmetrowego pasa wydzielonego dla autobusów.

Działania takie mogą przynieść 2-minutowe, a w niektórych przypadkach nawet wyższe oszczędności czasu na pojedynczych węzłach. Na całej trasie zysk czasowy może zatem być niebagatelny. Ten zaś może się przełożyć tak na atrakcyjność oferty dla pasażera, jak również na koszt prowadzenia przewozu.

Bibliografia:

1. Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M., *Inżynieria Ruchu Drogowego*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.
2. Instrukcja o drogowej sygnalizacji świetlnej: zasady stosowania, konstrukcja i wzory barwne sygnałów, załącznik nr 3 do zarządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 3 marca 1994 r., M.P. 1994, nr 16 poz. 120.
3. Krystek R., *Węzły drogowe i autostradowe*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.
4. Molecki A., *Dylematy priorytetowania autobusów w ramach ITS*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe”, 2016, nr 3.
5. Molecki A., *Dynamiczne pasy autobusowe*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 9.
6. Molecki A., *Uprzywilejowanie tramwaju poprzez dobór parametrów sygnalizacji świetlnej*, „Technika Transportu Szynowego” 2011, nr 9.
7. *Ratusz rozważa stworzenie buspasa do Piaseczna na ulicy Puławskiej*: <http://warszawa.naszemiasto.pl/artukul/ratusz-rozważa-stworzenie-buspasa-do-piaseczna-na-ulicy,612238,art,t,id,tm.html> (dostęp: 10.10. 2017).
8. Szczegółowe warunki techniczne dla sygnałów drogowych i warunki ich umieszczania na drogach, załącznik nr 3 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach, Dz.U. 2003 nr 220 poz. 2181.
9. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. *Prawo o ruchu drogowym*: Dz.U. 1997, Nr 98, poz. 602, z późn. zm.

Intelligent prioritization of public transport on intercity roads

Intelligent Transport Systems tools and equipment are built still not very often out of cities. It seems, that simple accommodation on traffic lights is the higher level of ITS there. This situation will evolve in the near future. What is important, dynamic developing of intelligent prioritization systems does not have to be limited only to cities or urban areas.

Keywords: Intelligent Transport Systems, prioritization, public transport.