

Adam Molecki

Dylematy priorytetowania autobusów w ramach ITS

Największe polskie miasta borykają się z gigantycznymi problemami ruchowymi od wielu lat. Wraz z rozwojem gospodarczym silne utrudnienia obejmują również mniejsze ośrodki ze względu na rosnącą ich atrakcyjność. Coraz więcej samorządów skłania się ku rozwiązaniom z zakresu ITS. Priorytetowanie autobusów w tej technologii stwarza jednak wiele problemów.

Wstęp

Jak wspomniano, notowany wzrost gospodarczy ostatnich lat doprowadził do odtworzenia, a w niektórych przypadkach – ukształtowania zupełnie nowej formy, atrakcyjności średnich i mniejszych ośrodków miejskich. Przy tym procesowi transformacji ustrojowej i kolejnym latom towarzyszyła zapaść komunikacji miejskiej. Z jednej strony władze samorządowe dość chętnie finansowały inwestycje taborowe, mające na celu zwiększenie udziału taboru niskopodłogowego. Jednocześnie jednak prowadzono na szeroką skalę ograniczanie oferty przewozowej i dostępności transportu publicznego. W największych miastach zjawisko to nie miało charakteru masowego i dotknięte nim były głównie gminy ościenne, gdzie likwidowano połączenia oferowane przez miejskiego przewoźnika. W niektórych przypadkach rozwój, który nastąpił po akcesji Polski do Unii Europejskiej, zrekompensował wcześniejsze straty.

Znacznie gorzej sytuacja ma się w miastach średnich i małych, gdzie częstotliwości kursowania zmniejszono kilkukrotnie i trudno przewidywać, by kiedykolwiek powrócono do porównywalnych z tymi z lat 80. ubiegłego wieku. Oczywisty jest fakt, iż popyt na usługi przewozowe zmalał. Nie należy jednak zapominać, iż standard obsługi na przełomie lat 80. i 90. nie był najwyższy. Pojazdy były przepelnione, a drastyczny spadek popytu, zamiast być konsumowany przez podniesienie komfortu jazdy, był przyczynkiem jedynie do ograniczania oferty przewozowej. Co więcej, jeszcze w obecnych czasach można spotkać się ze zdaniem, że poprawa komfortu jazdy przez ograniczenie zatłoczenia pojazdów czyni propagowanie i priorytetowanie środków komunikacji zbiorowej bezzasadnym [8].

Na szczęście coraz większe gremia dostrzegają, iż swobodny i niekontrolowany rozwój samochodowego transportu indywidualnego jest drogą do zapaści miast. Koniecznością staje się promocja komunikacji zbiorowej, tak przez bodźce finansowe, ułatwienia taryfowe [6], jak i upłynnienia przejazdu. Ta ostatnia forma promocji jest szczególnie ważna. Trudno uznać za atrakcyjną formę przemieszczania przejazd autobusem, gdy widzi się, że pojazdy indywidualne korzystają z zielonej fali, a autobus co skrzyżowanie pozbawiony jest tej możliwości z uwagi na obsługę przystanków. Trudno również uznać za działanie promocyjne przyrównywanie stania w korku w autobusie z siedzeniem w korku w komfortowym fotelu samochodu osobowego.

Priorytetowanie autobusów w mieście

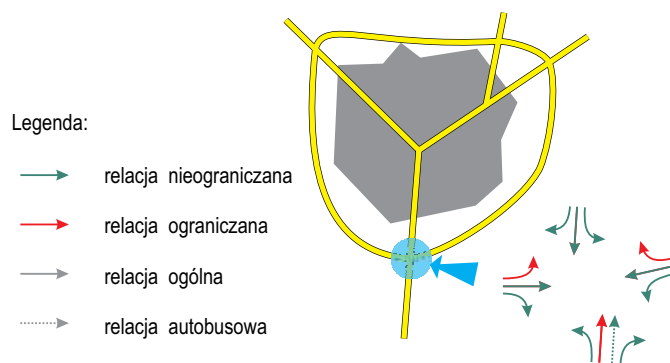
Duże i średnie miasta, w celu priorytetowania komunikacji autobusowej, od lat wydzielają pasy, a nawet całe jezdnie autobusowe [1, 2, 7]. Wówczas priorytetowanie jest relatywnie proste. Przywołanie odpowiedniej fazy bądź otwarcie właściwej grupy

sygnalizacyjnej na skrzyżowaniu przebiega w sposób analogiczny jak w komunikacji tramwajowej. Wykorzystuje się do tego głównie detekcję opartą o namierzanie GPS i łączność radia krótkiego zasięgu. Niestety tam, gdzie nie wydzielono specjalnych pasów, sytuacja jest o wiele trudniejsza. By autobus mógł płynnie przejechać przez skrzyżowanie, cały wlot musi charakteryzować płynny przejazd. Oznacza to, że nie tylko autobusy, lecz pojazdy indywidualne, przejeżdżać muszą w danej relacji w miarę swobodnie.

Wydaje się, że rozwiązaniem może być ustawienie koordynacji sygnalizacji na skrzyżowaniach w taki sposób, by dopasować ją do przejazdu autobusu obsługującego przystanki, a nie do ruchu pojazdów indywidualnych. To działanie może się sprawdzić na ulicach o relatywnie niskim wykorzystaniu przepustowości. W miejscach, gdzie przepustowość jest jednak wykorzystana w dużym stopniu, dodatkowe zatrzymania pojazdów indywidualnych sprawia, że przepustowość spadnie, wydłużą się kolejki na wlotach, a w tych kolejkach utkną również autobusy. Jeśli te kolejki nie pozwalają na przekroczenie skrzyżowania w jednym cyklu, komunikacja zbiorowa nie tylko nie zyska, lecz dodatkowo straci, na atrakcyjności.

Nie znaczy to, że poprawa warunków nie jest możliwa. W ITS na pojedynczych skrzyżowaniach z reguły dąży się do zrównoważenia stopnia wykorzystania przydzielonego sygnału zielonego na wszystkich wlotach. Odnotowując zbliżanie się pojazdu komunikacji zbiorowej, nawet w odległości kilku skrzyżowań, można zastosować upłynnienie ruchu w danej relacji. Po przejeździe autobusu powraca się do algorytmu podstawowego, który – odnotowując narosłe w międzyczasie kolejki na pozostałych wlotach – ponownie doprowadzi do zrównoważenia warunków ruchu na całym skrzyżowaniu. Istotne jest przy tym wyprzedzenie, z jakim system przystąpi do operacji upłynnienia danej relacji, gdyż tylko odpowiednie wyprzedzenie jest w stanie zapewnić właściwą jakość obsługi.

Oczywiście trudniejsza sytuacja występuje na skrzyżowaniach, gdzie linie komunikacji miejskiej przebiegają w różnych, wzajemnie sprzecznych, relacjach. Wówczas upłynnienie ruchu nie do końca jest możliwe na żądanie autobusów. Można jednak stworzyć algorytmy różnicujące wpływ poszczególnych pojazdów komunikacji publicznej w zależności od ich punktualności,



Rys. 1. Przykład bramkowania na skrzyżowaniu z obwodnicą

stopnia napełnienia, a przede wszystkim liczby osób potencjalnie zainteresowanych skorzystaniem z danego kursu, nawet jeśli jeszcze nie wsiadły do pojazdu. Szerzej ten temat został opisany w artykule [4]. Niemniej warto zwrócić uwagę, iż w wielu przypadkach zdarza się, że nawet w godzinach szczytu różnią się główne relacje wykorzystywane przez pojazdy indywidualne i autobusy. Dzieje się tak głównie w miejscach, gdzie komunikacja miejska penetruje osiedla, a pozostali kierowcy wybierają drogi wyższych klas (o wyższym standardzie). Typowa sygnalizacja akomodacyjna, działając na rzecz wyrównania kolejek na poszczególnych wlotach, działałaby wbrew interesom pasażerów. ITS pozwala na wyważenie sprzecznych interesów, mając na celu korzyść ogółu społeczeństwa. Działania, które w tradycyjnych instalacjach sygnalizacji świetlnej są bardzo trudne do implementacji, w ujęciu systemowym stają się znacznie prostsze. Na podstawie prowadzonych na bieżąco statystyk możliwe jest ustalenie wag dla pojazdów indywidualnych i autobusów poszczególnych linii, a nawet poszczególnych kursów.

Bramkowanie w ITS a priorytetowanie autobusów

Przyrost liczby pojazdów w samym mieście nie jest już jedynym problemem. Towarzyszy mu rosnąca liczba osób dojeżdżających z zewnątrz. Budowane przez ostatnie 20 lat obwodnice rozwiązują problem ruchu tranzytowego, lecz tylko tranzytowego. Zjawiska kongestii jednak nie zlikwidowały.

W programach unijnych jednym z istotniejszych kryteriów jest poprawa, na odcinkach objętych ITS, stosunku czasu przeciętnej podróży komunikacją miejską do czasu przejazdu analogicznej trasy pojazdem indywidualnym. Jak wspomniano, trudno jest osiągnąć istotną poprawę tego stosunku jedynie upłynniając ruch. Korzyści w tym przypadku odnoszą zarówno jedni, jak i drudzy użytkownicy.

Znaczące efekty w tym zakresie można osiągnąć na obrzeżach miasta bądź śródmieścia. W takich miejscach warto wprowadzać bramkowanie ruchu, tj. sztuczne ograniczanie dostępu do wybranego obszaru miasta poprzez odpowiednie programy sygnalizacji miejskiej. Zwykle głównym celem takiego działania jest zwiększenie płynności ruchu w samym śródmieściu oraz przeniesienie zwiększonej niskiej emisji z obszarów zabudowy intensywnej na tereny słabiej zagospodarowane. W ITS charakter tych ograniczeń zazwyczaj jest dynamiczny i uzależniony od stopnia wykorzystania przepustowości wewnątrz obszaru objętego

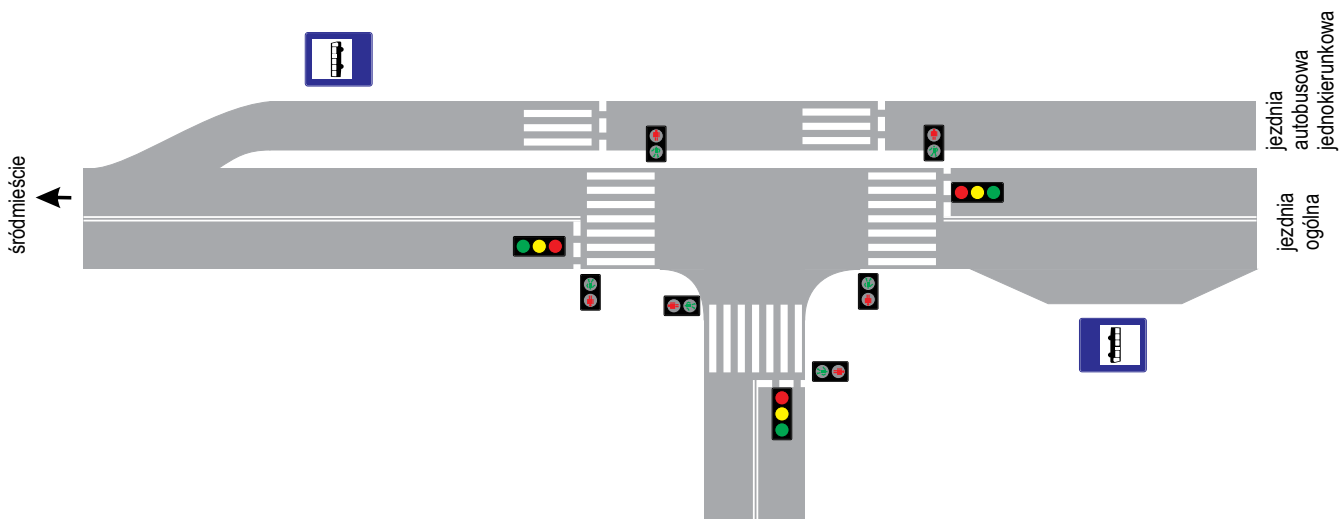
ochroną poprzez bramkowanie. Oczywiście ograniczenia takie są jednostronne. Ogranicza się jedynie ruch w kierunku centrum danej jednostki, a w przeciwną nie, tak by umożliwić jak najefektywniejsze opuszczanie owego centrum.

Klasyknemu bramkowaniu towarzyszy bardzo negatywny efekt. Podobnie jak pojazdy indywidualne, w kolejkach oczekują również pojazdy komunikacji zbiorowej. Najczęściej jednak są to miejsca o mniejszej gęstości zabudowy. Istnieje zatem więcej możliwości rozbudowy skrzyżowań. Często możliwe jest dobudowanie przynajmniej jednego pasa ruchu. W takich właśnie miejscach warto to czynić, lecz nie należy przeznaczać tego pasa na miejsce akumulacji i skracać w ten sposób kolejki pojazdów oczekujących, a właśnie na cele priorytetowania autobusów. Osiąga się dzięki temu kilka korzyści jednocześnie. Bardzo mocno poprawia się czas przejazdu komunikacją zbiorową bez wymuszania takiej poprawy dla pojazdów indywidualnych. Jednocześnie osiąga się efekt psychologiczny – osoby dojeżdżające własnymi samochodami mogą obserwować, jak w czasie, gdy oni tracą kilka minut na przekroczenie skrzyżowania, pasażerowie autobusu bez przeszkód docierają do centrum.

Najważniejszym zagadnieniem jest odpowiednie dobranie długości wydzielonego pasa, tak by autobusy mogły jak najswobodniej przejechać skrzyżowanie, omijając tworzące się zatory. Kolejnym problemem jest dobór miejsca bramkowania. Można wskazać kilka najkorzystniejszych rodzajów lokowania. Oczywiście jedne nie wykluczają drugich, wobec czego bramkowanie można nawet przeprowadzać kilkuetapowo i stopniować w miarę zbliżania się do centrum.




Bramkowanie bliższe centrum warto zastosować na skrzyżowaniach z ulicami tworzącymi pierścienie okalające śródmieście. Tworząc odpowiednie reguły w programach sygnalizacji, ogranicza się dostęp pojazdów indywidualnych do samego centrum, jednocześnie zapewniając bardzo korzystne warunki dla komunikacji zbiorowej oraz możliwie korzystne warunki zjazdu na obwodnicę dla wszystkich (rys. 1). Dzięki temu zniechęca się kierujących do przejazdu przez centra tranzytem, nawet jeśli droga jest krótsza, a osoby zmierzające do centrum zachęca się do korzystania z komunikacji zbiorowej.

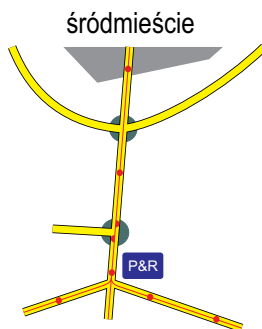
Dzięki typowym funkcjonalnościom ITS faza obsługująca autobusy zmierzające do centrum może być przywoływana niemal w dowolnym momencie, a więc jej długość wcale nie musi być znacząca, by osiągnąć efekt sprawnego przejazdu.



Rys. 2. Schemat skrzyżowania o korzystnej dla bramkowania geometrii

Legenda:

-  linia komunikacyjna z przystankami
-  parking Parkuj i Jedź
-  skrzyżowanie objęte bramkowaniem

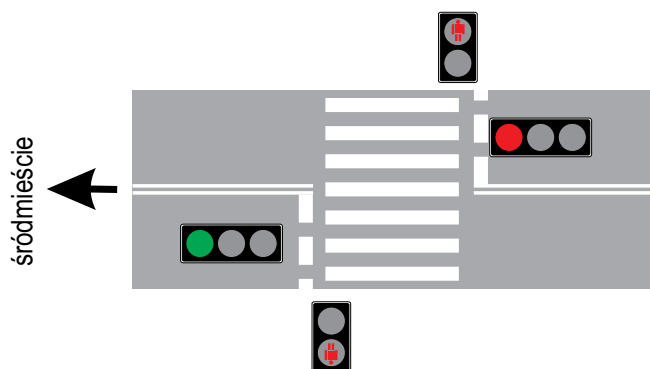


Rys. 3. Schemat korzystnego modelu bramkowania w rejonie dojazdu do śródmieścia

W nieco większej odległości od śródmieścia warto zastosować drugi stopień bramkowania. Najkorzystniej do tego celu nadają się skrzyżowania typu T, gdzie ulica boczna znajduje się z lewej strony (spoglądając w kierunku centrum). Oczywiście nie jest to warunek konieczny, niemniej taki układ pozwala nawet na wydzielenie jezdni autobusowej i – pozostając w pełni w zgodzie z obowiązującymi przepisami – pozostawić ją nieosygnalizowaną (rys. 2). Jeśli z różnych względów organy zarządzające ruchem i drogą nie decydują się na tego typu ograniczenie zasięgu sygnalizacji, można w sposób bardzo technicznie prosty wprowadzić, znane skądinąd z komunikacji tramwajowej, rozwiązanie polegające na stałym otwarciu grup pieszych i zamykanie ich jedynie na czas przejazdu autobusu. Oczywiście jednocześnie zapewnia się autobusom pełną płynność przejazdu.

Warto, by takie bramkowanie było zlokalizowane w miejscu, gdzie częstotliwość kursowania komunikacji zbiorowej jest odpowiednio wysoka. Oczywiście należy przez to rozumieć nie tyle liczbę dostępnych kursów, co liczbę kursów postrzeganych będących wynikiem tak liczby kursów, jak i ich rozłożenia w czasie [3]. W niewielkiej odległości od tego miejsca można zlokalizować parking systemu „Parkuj i jedź” (rys. 3). Dodatkową zachętą do zmiany środka transportu na publiczny mogą być wówczas włączone do ITS dedykowane tablice informacji parkingowej i komunikacyjnej [5].

Wskazane wyżej rodzaje lokalizacji bramkowania są oczywiście jedynie wskazówką i powinny być dopasowane do warunków danego miasta. Niemniej w lokowaniu bramkowania w zasadzie jest jedna bardzo istotna reguła. Nie należy tego czynić na drogach dwupasowych poza skrzyżowaniami, szczególnie bez rozdzielenia pasów przeznaczonych dla dwóch kierunków (rys. 4). W takich miejscach kierujący szybko zorientują się, że nic nie stoi na przeszkodzie, by przejeżdżali, lekceważąc sygnał czer-



Rys. 4. Sytuacja prowokująca naruszenie zakazu przejazdu na sygnale czerwonym

wony. Część osób będzie wręcz przekonana, że nastąpiła awaria sygnalizacji; inni po prostu poczną ją lekceważyć. Jeżeli w takim miejscu stosuje się instalację automatycznego wykrywania przejazdu na czerwonym świetle i mandatowania, należy liczyć się z negatywnym odzewem massmediów. Pozytywy bramkowania pozostaną niezauważane, a powszechnie może zapanować opinia o „złośliwości władz pragnących ratować budżet gminy poprzez drenaż kieszeni kierowców”.

Podsumowanie

Jak wskazano, odpowiednio przemyślany i skonfigurowany ITS, może znacząco wspomagać ruch komunikacji publicznej w tak w wielkich miastach, jak i mniejszych miejscowościach. Miasta, które nie mają możliwości wydzielania pasów autobusowych w centrach, mogą je wyznaczyć na obrzeżach, również prowadząc do korzystnych zmian w strukturze ruchu.

W śródmieściach przewaga ITS nad stałoczasowymi czy nawet akomodowanymi sygnalizacjami tradycyjnymi, polega przede wszystkim na powiązaniu detekcji warunków ruchu z najbliższego otoczenia skrzyżowania z detekcją pojazdów komunikacji zbiorowej. Priorytetowanie relacji wykorzystywanej przez autobusy nie musi się wiązać ze stałą poprawą warunków ruchu dla wybranych użytkowników pojazdów indywidualnych. Gdyby nie takie powiązania, mało kto byłby zachęcony by przesiąść się z własnego pojazdu do autobusu.

Bibliografia:

1. Bauer M., *Analiza funkcjonowania wydzielonych pasów autobusowych i wspólnych przekrojów tramwajowo-autobusowych*, VI konferencja naukowo-techniczna „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego”, Poznań 23–25 maja 2007 r.
2. Makuch J., *Pasy autobusowo-tramwajowe jako rozwiązanie systemowe na obszarze centrum miasta*, „Biuletyn ZDiK we Wrocławiu” 2002, nr 21.
3. Molecki A., *Postrzegana liczba kursów jako miernik jakości obsługi komunikacyjnej mieszkańców*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2008, nr 6.
4. Molecki A., *Powiązanie systemów nadzoru transportu publicznego i sygnalizacji świetlnej dla podnoszenia jakości obsługi*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 1–2.
5. Molecki A., *System informacji parkingowej zachęcający do korzystania z komunikacji miejskiej*, „Inżynieria Ruchu Drogowego” 2013, nr 3.
6. Molecki B., *20 lat transformacji a dostępność transportu miejskiego w Polsce*, Systemy Transportowe – teoria i praktyka, materiały konferencyjne, Katowice 2009.
7. Urbańska A., *Konferencja naukowa Ogólnopolskiego Związku Pracodawców Transportu Samochodowego*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2012, nr 3.
8. Żurek T., *Produktywność transportu miejskiego w Polsce*, „Infrastruktura Transportu” 2012, nr 1.

Dilemmas of ITS prioritizing buses

The biggest Polish cities have faced with gigantic problems of traffic for many years. Along with economic development, also the smaller cities began to feel the strong difficulties due to increasing their attractiveness. More and more local authorities inclines to solutions in the field of ITS. Prioritization of buses in this technology poses many problems.