

Kształtowanie priorytetu tramwajowego w procesie wdrażania ITS we Wrocławiu

Adam Molecki



mgr inż. Adam Molecki

Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta,
Dział ds. Centrum Zarządzania
Ruchem i Transportem Publicznym

adam.molecki@zdium.wroc.pl

Przez wiele dziesięcioleci traktowano sygnalizację świetlną wyłącznie jako narzędzie porządkowania ruchu i poprawy bezpieczeństwa. Nie można zaprzeczyć, że są to bardzo istotne, a nawet najistotniejsze cechy tejże formy organizacji ruchu. Niemniej jednak w XXI wieku, niektóre polskie władze samorządowe dostrzegły nowy potencjał sygnalizacji jako narzędzia aktywnego kształtowania polityki transportowej miasta.

We Wrocławiu postanowiono przerwać spiralę niekontrolowanego wzrostu kongestii motoryzacyjnej. Stwierdzono, że dalsza rozbudowa dróg kołowych w śródmieściu zbyt obciąża budżet miasta, gdyż nie występują już tereny, które nadawałyby się do zagospodarowania w tym celu. Przy tym byłaby całkowicie nieefektywna, gdyż prowadziłaby do dalszego wzrostu motoryzacji. Po wielu latach postępującego regresu w komunikacji zbiorowej, postanowiono na niej oprzeć funkcjonowanie przemieszczeń wewnątrz aglomeracyjnych.

Założono, że najkorzystniejszym momen-

tem do wdrożenia priorytetowania tramwajów będzie otwarcie autostradowej obwodnicy miasta. Odciążenie ruchu w samym mieście powinno być na tyle duże, że ewentualne zakłócenia ruchu kołowego związane z funkcjonowaniem priorytetu dla tramwajów będą akceptowalne dla społeczeństwa.

Przygotowanie priorytetowania wybranych linii komunikacyjnych

W koncepcji, a następnie w Opisie Przedmiotu Zamówienia [3] na Inteligentny System Transportu we Wrocławiu (ITS), wprowadzono przywilej dla wybranych linii tramwajowych. Wprowadzono nowy produkt transportowy, promowany pod nazwą „Tramwaj PLUS”. Były to trzy linie tramwajowe z czego trasy dwóch prowadziły nowozbudowanymi torowiskami do dzielnic Gaj oraz Kozanów.

Wprowadzenie wspomnianego nowego produktu miało być kojarzone z nową jakością transportu publicznego. Uznano, że nowe linie muszą się wyróżniać zarówno nowoczesnym taborem (zakupionym specjalnie na potrzeby tych linii), nowoczesnym stylem wzornictwa w zakresie infrastruktury przystankowej, jak i standardem obsługi (szybkością przejazdu). Tak przygotowany produkt miał zmienić stereotypowe postrzeganie transportu publicznego, jako niewygodnego i nieefektywnego sposobu przemieszczania.

Dodatkowo wytypowano trzy wcześniej istniejące średnicowe linie tramwajowe o

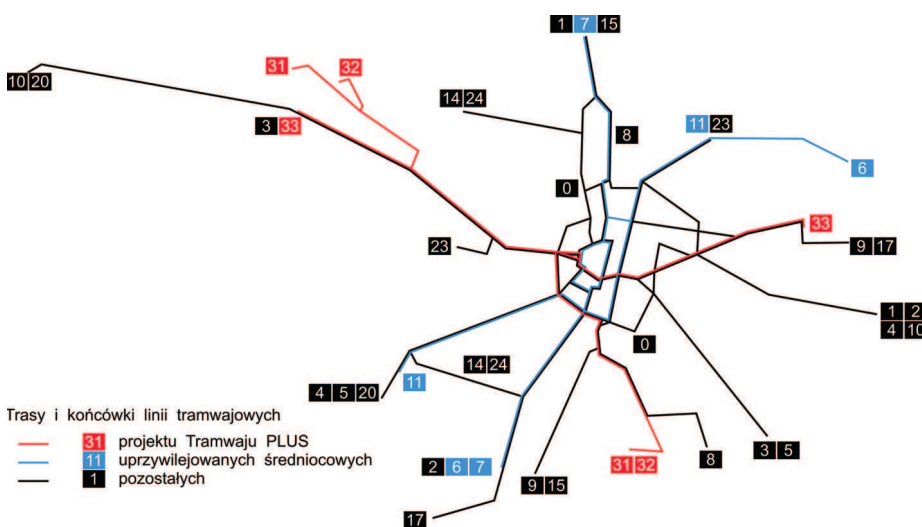
relatywnie największym znaczeniu komunikacyjnym i przypisano im nieco mniejszy zakres priorytetu, jednakże zasadniczo przydzielanego na analogicznych zasadach (rys. 1). Różnice sprowadzały się do ograniczenia roli priorytetu na skrzyżowaniach, przez które przebiegają trasy zarówno Tramwaju PLUS oraz wskazanych linii średnicowych. Na takich skrzyżowaniach uprzywilejowane miały być pojazdy Tramwaju PLUS a w dalszej kolejności linii średnicowych. Nie chodziło w tym przypadku o deprecjonowanie linii średnicowych a o zapewnienie braku konfliktu interesów.

Przewidziano również kilka rodzajów priorytetowania dla różnych skrzyżowań i relacji kierunkowych. W tym celu podzielono skrzyżowania na kilka grup. Na większości skrzyżowań na odcinkach wybiegowych ustalono, że priorytetem bezwzględnym zostaną objęte wszystkie wskazane powyżej pojazdy. Ze względu na strategiczne znaczenie niektórych skrzyżowań, dla ruchu kołowego (np. położone na obwodnicy śródmiejskiej) dopuszczono na takich skrzyżowaniach bądź niewielkie straty czasu (rzędu 10 sekund) bądź wyłączone z objęcia priorytetem tramwaje zmierzające od centrum miasta do dzielnic satelickich. Na wszystkich tych skrzyżowaniach założono, że jeżeli przed tramwajem objętym prioryte-tem znajdzie się inny tramwaj, uprzywilejowanie przejazdu obejmie obydwie pojazdy.

Ponadto wytypowano również kilka skrzyżowań, na których ustalono odrębne zasady. W tej grupie znalazły się skrzyżowania z wbudowanymi węzłami torowymi, na których priorytetowanie mogło w znaczący sposób zakłócić ruch pozostałych pojazdów komunikacji zbiorowej. Ustalono na nich szczegółowe zasady udzielania otwarć, w taki sposób by m.in. zapobiegać pojawianiu się kolejek tramwajów na najbardziej obciążonych odcinkach tras w centrum miasta.

Realizacja priorytetowania

Aby zapewnić odpowiednią jakość priorytetowania według wskazań gminy, konieczne było wprowadzenie nie tylko innowacyjnych rozwiązań z zakresu sterowania ruchem, lecz co nie mniej istotne – z zakresu detekcji. Każdy pociąg tramwajowy został wyposażony w urządzenia pozwalające na ocenę realizacji kursu w odniesieniu do rozkładu jazdy i przesłaniu odpowiedniej informacji drogą radiową do systemu zawiadującego



1. Schemat sieci tramwajowej z wyróżnionymi liniami z przyznanym priorytetem – opracowanie własne

sygnalizacją świetlną w odpowiednim miejscu [2]. Protokół informacyjny zawiera również adnotacje na temat relacji kierunkowej z jakiej tramwaj powinien planowo skorzystać oraz o rodzaju linii (Tramwaj PLUS, linia średnicowa, pozostałe). Całości dopełniają informacje o numerze wagonu dla celów analityczno-statystycznych.

Opisane informacje są przesyłane z pociągu tramwajowego automatycznie, gdy tylko zostanie stwierdzone przekroczenie przekroju trasy zaprogramowanego w komputerze pokładowym. Dzięki takiemu rozwiązaniu, korekty punktów detekcji dokonuje się w niskokosztowy sposób. Jest to bardzo istotne z uwagi na częstotliwość zmian organizacji ruchu (w tym geometrii skrzyżowań) w dużych miastach. System ma zapewnić również redundantne kanały wymiany informacji. Dzięki nim priorytet może zostać utrzymany nawet w sytuacji, w której podstawowa detekcja nie zadziała. Oczywiście wiąże się to z pewną stratą czasu, niemniej zdecydowanie mniejszą niż w przypadku sygnalizacji stałoczasowych. Szczegółowy opis wykrywania zapotrzebowania na otwarcie odpowiedniej grupy sygnalizacyjnej i zasady udzielania priorytetu można odnaleźć w artykule [1].

Podczas wdrożenia projektu dokonano drobnej korekty zasad przydzielania priorytetu. Na skrzyżowaniach, na których jedyne grupy kolizyjnymi wobec tramwaju były grupy piesze (bądź piesze i rowerowe) ustalono, że wszystkie tramwaje będą otrzymywać możliwość przejazdu bezzwłocznie, a nie w wyznaczonym miejscu w programie pracy sygnalizacji. Było to konsekwencją przyjętej zasady stałego otwarcia grup pieszych i zamykania ich jedynie na czas przejazdu tramwaju.

Strategie realizowania priorytetu

Priorytetowanie ruchu pojazdów komunikacji zbiorowej realizuje się na wiele różnych sposobów. Historycznie pierwszymi było wprowadzanie fazy, lecz faktycznie ograniczało się to jedynie do sygnalizacji o stanie ustalonym i stanie wzbudzenia powodowanym przez tramwaj. W późniejszym okresie wprowadzano rozwiązania polegające na wydłużaniu lub przyspieszaniu faz dopuszczających przejazd tramwaju.

Przystępując do wdrażania Inteligentnego Systemu Transportu przyjęto inne rozwiązanie. Niezależnie od możliwości jakie oferuje wdrożona technologia, czyli:

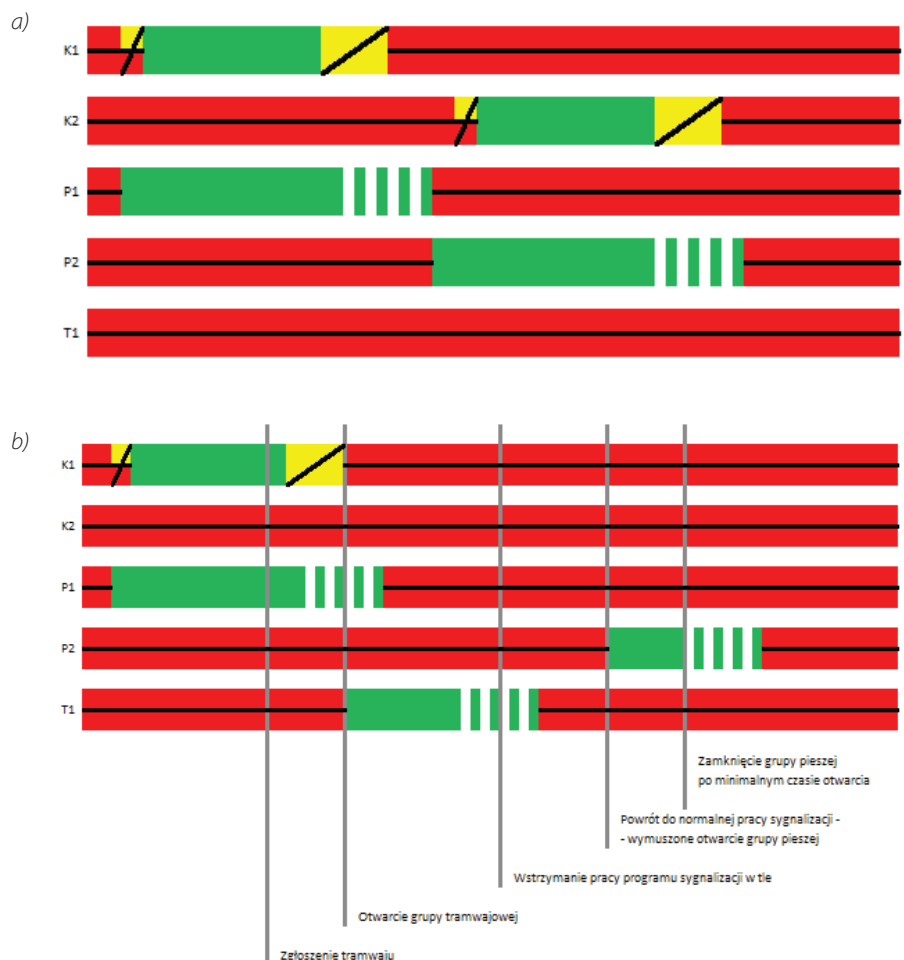
- wydłużaniu fazy zakładającej otwarcie grupy tramwajowej, gdy tramwaj dojeżdża do skrzyżowania pod koniec jej trwania;
- przyspieszaniu fazy zakładającej otwarcie grupy tramwajowej, gdy dojazd

- tramwaju do skrzyżowania jest przewidziany nieco przed jej rozpoczęciem;
- wprowadzanie fazy zakładającej otwarcie grupy tramwajowej, w dowolnym momencie, gdy jest to pożądane z uwagi na dojazd tramwaju;
- wprowadzanie dedykowanej fazy zakładającej otwarcie grupy tramwajowej a nie występującej w stałym programie sygnalizacji, gdy jest to pożądane z uwagi na dojazd tramwaju;
- stałym przebiegu programu sygnalizacji z maskowaniem otwarć wybranych grup w razie potrzeby dokonania otwarć grup tramwaju,

zdecydowano się oprzeć całość sterowania ruchem o ostatnią z wymienionych metod. Było to podyktowane narzuconym przez gminę standardem obsługi pojazdów kołowych. Zakładano bowiem, że grupy kołowe powinny mieć zapewnioną koordynację przejazdu na wcześniejszym poziomie (tj. na poziomie sprzed wprowadzenia projektu ITS). Narzucało to bardzo silne ograniczenia w funkcjonowaniu sterowania ruchem i inne podejście byłoby w tych warunkach praktycznie niemożliwe.

Tego typu metoda priorytetowania wią-

zała się z możliwością nie tylko skracania lecz również pomijania przewidzianych otwarć wybranych grup kolizyjnych z tramwajowymi. Na większości skrzyżowań uznano to za akceptowalne wobec polityki transportowej, zakładającej właśnie działania na rzecz uprzywilejowania transportu publicznego kosztem transportu indywidualnego. W wybranych przypadkach jednak konieczne stały się odstępstwa od tej zasady. Miało to miejsce na skrzyżowaniach, na których przejścia dla pieszych przez torowiska nie były wyodrębnione a łączne z przejściami przez jezdnie ogólne. Wówczas nie było możliwości wprowadzenia do programu pracy sygnalizacji stałych otwarć odpowiednich grup, przerywanych jedynie w czasie otwarcia grup tramwajowych. Biorąc pod uwagę fakt, iż większość skrzyżowań we Wrocławiu ma narzucony program czterofazowy lub nawet bardziej złożony, otwarcia grup pieszych są relatywnie krótkie. Występowałoby zatem znaczne prawdopodobieństwo braku otwarć grup pieszych przez cztery a nawet więcej minut. Uznano to całkowicie nieakceptowalne. W takich przypadkach wprowadzono odrębną zasadę sterowania. Gdy uruchomiona procedura priorytetująca tramwaj nie dopuści do otwarcia wybranej



2. Schemat działania procedury zabezpieczającej otwarcie grupy pieszej kolizyjnej z tramwajową:
a) podstawowy program sygnalizacji; b) wykonanie programu sygnalizacji podczas przejazdu tramwaju – opracowanie własne

grupy pieszej, program wstrzyma w odpowiednim momencie swój przebieg w tle do momentu realizacji minimalnego otwarcia przedmiotowej grupy sygnałowej (rys. 2).

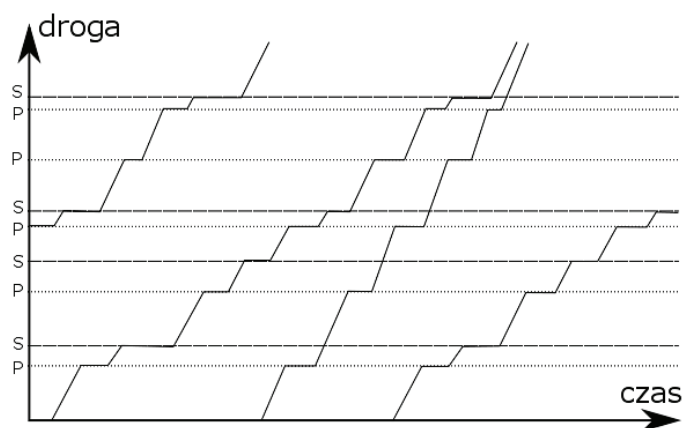
Taka procedura zabezpieczająca wywołuje wydłużenie cyklu, co z kolei wiąże się z chwilowym rozkoordynowaniem skrzyżowania względem otoczenia. Niemniej jednak uznano to za koszt akceptowalny utrzymania elementarnych standardów jakości obsługi ruchu pieszego.

Modyfikacje zasad priorytetowania

Wraz z kolejnymi etapami wdrażania Inteligentnego Systemu Transportu w mieście stwierdzono, iż na niektórych skrzyżowaniach upośledzenie ruchu kołowego przyjmuje rozmiar większy od przewidywanego. Wiązało się to ze zmianą warunków środowiskowych, której skali wcześniej nie doszacowano. Jak wspomniano na wstępie, okres wdrażania ITS skoordynowano z otwarciem autostradowej obwodnicy miasta. Bezspornym faktem, że wyłączenie praktycznie całego ruchu tranzytowego w kierunku północ-południe z obszaru miasta, spowodowało radykalną poprawę warunków ruchu. Szczególnie odczuwalne było odciążenie układu drogowego od ruchu ciężkich pojazdów. Niestety skutkiem tego zjawiska stał się gwałtowny przyrost rejestrowanych pojazdów w gminie. Mieszkańcy, którzy wcześniej powstrzymywali się od nabycia własnego środka lokomocji, obserwując poprawę warunków ruchu, zmienili swoje zachowania transportowe. Gwałtowności tego właśnie zjawiska nie przewidziano.

W efekcie negatywne skutki utrudnień w ruchu na skutek uprzywilejowania ruchu tramwajów przerosły pierwotne założenia. Koniecznym stało się wprowadzanie działań zaradczych. Na części skrzyżowań wprowadzono dla wybranych grup kołowych procedury ochronne analogiczne do opisanych powyżej a dotyczących pieszych. Na wielu innych wprowadzono zasadę, iż tramwaje nie mogą wybranych grup wyłączyć częściej niż raz na około 200 sekund. Ze względu na fakt, iż nie jest z góry określone jak długiego otwarcia grupy sygnałowej będzie wymagała priorytetowa obsługa tramwaju, procedura ochronna zakładała całkowite wyłączenie priorytetu w następujących około 100 sekundach po braku otwarcia grupy chronionej.

Kolejnym aspektem funkcjonowania priorytetu jaki zmieniono, było priorytetowanie wybranych linii komunikacyjnych. Osiągnięto wspomniany efekt promocyjny projektu Tramwaj PLUS, postanowiono społeczeństwo przekonać, iż całość transportu zbiorowego może oferować jakość przypisywaną temuż projektowi. Miało to również przynieść wymierne efekty w postaci



3. Wykres ruchu tramwajów obrazujący rozszynchronizowanie kursowania tramwajów na skutek zróżnicowania priorytetu (P-przystanki, S-skrzyżowania z sygnalizacją świetlną) – opracowanie własne

poprawy obsługi jakościowej na liniach wybiegowych. Jak wspomniano, koordynacja sygnalizacji była podporządkowana ogólnym strumieniom ruchu. W związku z tym przejazd tramwajów niepriorytetowanych trwał znacznie dłużej niż priorytetowanych. Przy częstotliwości ruchu na kilkukilometrowych odcinkach rzędu 30÷40 kursów w godzinie w każdym z kierunków, następowało naturalne dojeżdżanie tramwajów priorytetowych do pozabawionych priorytetu. Zatem niezależnie od optymalnej synchronizacji odjazdów z pętli początkowej, tramwaje dojeżdżając do centrum miasta byłyby skumulowane w paczkach (rys. 3). Likwidacja zróżnicowania poziomów priorytetów odpowiadających poszczególnym liniom komunikacyjnym miała ten efekt zniwelować.

Działanie to spowodowało wzrost liczby aktywacji procedur priorytetowej obsługi tramwajów. Ze względu na wspomniane procedury ochronne ograniczające uprzywilejowanie tramwajów po zadziałaniu priorytetu, przyniosło to skutek uboczny w postaci częstszego upośledzania priorytetu dla pojazdów linii wcześniej uprzywilejowanych. Rozwiązaniem tego problemu ma być przewidywana w najbliższym czasie zmiana strategii sterowania ruchem, polegająca na dopasowaniu koordynacji skrzyżowań do potrzeb przejazdu tramwajów. Według przewidywań, brak uprzywilejowania w ruchu, spowoduje wówczas utrudniony przejazd tylko przez konkretne skrzyżowanie, na którym fakt ten miał miejsce. Przez następujące po nim skrzyżowania tramwaj przejeżdżałby bez utrudnień dzięki zapewnionej koordynacji.

Podsumowanie

Uprzywilejowanie pojazdów transportu publicznego przynosi miastu wymierne korzyści. Stworzenie wysokiego standardu transportu publicznego, jest nieporównywalnie tańsze niż próby rozbudowy układu

drogowego i parkingowego służącego obsłudze ruchu indywidualnego. Biorąc pod uwagę koszty zewnętrzne związane z pogarszaniem warunków życia przez nadmierne wykorzystanie indywidualnych środków transportu, należy jednoznacznie stwierdzić, że promowanie transportu zbiorowego jest słuszne. Jak wskazują niektórzy eksperci, powinno temu towarzyszyć obniżanie jakości obsługi pojazdów indywidualnych nie tylko jako skutek uboczny, lecz nawet jako zamierzone działanie mające na celu potęgować efekt wzmacniania roli publicznych środków transportu. Takie działania nie są jednak podejmowane, gdyż gmina stoi na stanowisku, iż działanie takie prowadziłoby do antagonizacji społeczeństwa i jako takie byłoby niekorzystne.

Pomijając wskazane fakty, skrócenie czasu przejazdu tramwaju w każdym kursie prowadzi do obniżenia kosztów funkcjonowania całości systemu, dzięki ograniczeniu zapotrzebowania na tabor oraz zmniejszeniu liczby pracowników zaangażowanych do jego obsługi. Wszystkie podjęte działania wpisują się w cel poprawy życia i funkcjonowania ludności we Wrocławiu. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Molecki A.: Nowoczesne formy detekcji tramwajów wdrażane podczas realizacji systemu ITS we Wrocławiu, Inżynieria Ruchu Drogowego, nr 2, 2013 r.
- [2] Molecki A.: Urządzenia Inteligentnego Systemu Transportowego w wagonach tramwajowych, w: Molecki B. (red.) Nowoczesne tramwaje w komunikacji miejskiej, Seria Navigator, nr 23, 2014 r.
- [3] Załączniki 3-1 ÷ 3-5 do Opisu Przedmiotu Zamówienia na Inteligentny System Transportu we Wrocławiu, Wrocław, 2010 r.