ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2006
Seria: TRANSPORT z. 63 Nr kol. 1741

Grzegorz SIERPIŃSKI[1]

ZMIENNOŚĆ CZASÓW OBSŁUGI NA SKRZYŻOWANIACH Z SYGNALIZACJĄ ŚWIETLNĄ

Streszczenie. Obsługa pojazdów na skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną jest zjawiskiem bardzo złożonym. W artykule przedstawiono poszczególne etapy realizacji przejazdu pojazdów przez tego typu skrzyżowanie. Omówiono także czynniki, które mogą wydłużać obsługę w zależności od relacji kierunkowej potoku ruchu.

CHANGEABILITY OF SERVICE TIMES ON SIGNALISED INTERSECTIONS

Summary. Service of vehicles on signalised intersection is a very complex structure and all components are dependable from each other in various way. The article deals with separate stages of service of vehicle on this intersection type. Components, that lengthen a service depend on direction of traffic flow, was described too.

1. WPROWADZENIE

Sygnalizacja świetlna na skrzyżowaniach stanowi stały element infrastruktury drogowej wywołujący czasowe przerwy w strumieniu ruchu. Na wlotach tworzą się wówczas kolejki pojazdów oczekujących na możliwość wjazdu i przejazdu przez skrzyżowanie. Sprawna obsługa pojazdów uzależniona jest głównie od organizacji ruchu na skrzyżowaniu.

Zwykle modelowaniu podlega dojazd do skrzyżowania. Tworzenie się kolejek na wlotach jest jednak uzależnione między innymi od obsługi pojazdów, stąd potrzeba analizy czasu obsługi pojazdów.

W wielu modelach zakłada się, dla uproszczenia, stały czas obsługi. Jednak w specyficznych przypadkach, jak występowanie dużego zróżnicowania czasów obsługi, może to prowadzić do powstawania znacznych rozbieżności między modelem a rzeczywistością. Obsługę pojazdu na skrzyżowaniu zdefiniowano jako przejazd pojazdu od chwili przekroczenia linii zatrzymania do chwili opuszczenia skrzyżowania przez pojazd.

W artykule omówiono podstawowe przyczyny wydłużania się obsługi pojazdu na skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną.

[1] Wydział Transportu, Politechnika Śląska, Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, grzegorz.sierpinski@polsl.pl

2. REALIZACJA PRZEJAZDU PRZEZ SKRZYŻOWANIE Z SYGNALIZACJĄ ŚWIETLNĄ

Obsługa pojazdów na skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną zależy od wielu czynników. Należą do nich m. in.:
- relacja kierunkowa;
- organizacja ruchu;
- konkretna sytuacja ruchowa.

W tablicy 1 przedstawiono możliwe etapy realizacji obsługi w zależności od relacji kierunkowej. Pominięto czas oczekiwania w kolejce oraz oczekiwanie na wyświetlenie sygnału zezwalającego na wjazd na skrzyżowanie, gdyż te czynności poprzedzają obsługę i nie wchodzą w jej skład.

Tablica 1

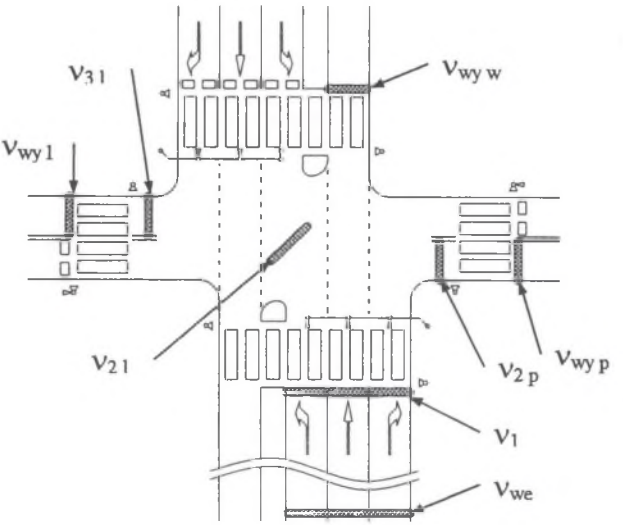
Etapy obsługi pojazdu na skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną w zależności od relacji kierunkowej

Pojazd skręcający w lewo	Pojazd jadący na wprost	Pojazd skręcający w prawo	
• wjazd na skrzyżowanie; • oczekiwanie na powstanie odpowiedniej luki w potoku nadrzędnym (w przypadku gdy taki występuje); • oczekiwanie na możliwość przejazdu przez przejście dla pieszych; • wyjazd ze skrzyżowania	• wjazd na skrzyżowanie • wyjazd ze skrzyżowania	• wjazd na skrzyżowanie • oczekiwanie na możliwość przejazdu przez przejście dla pieszych; • wyjazd ze skrzyżowania	w przypadku występowania zezwolenia warunkowego („zielonej strzałki"): • oczekiwanie na możliwość przejazdu przez przejście dla pieszych; • oczekiwanie na powstanie odpowiedniej luki w potoku nadrzędnym (w przypadku gdy taki występuje); • wjazd na skrzyżowanie • wyjazd ze skrzyżowania

Źródło: Opracowanie własne [4]

W dalszych rozważaniach nie uwzględniono przejazdu na podstawie zastosowania tzw. sygnału jazdy warunkowej („zielonej strzałki"), gdyż zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach [3] takie rozwiązanie jest dopuszczone do użycia jedynie do 31.12.2008.

Na potrzeby badań wyróżniono kilka charakterystycznych przekrojów na skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną (rys. 1). Przekroje odnoszą się do wlotu południowego (zakreskowane pola). W zależności od relacji kierunkowej wyróżniono:
- dla relacji skrętu w lewo 5 przekrojów;
- dla relacji na wprost 3 przekroje;
- dla relacji skrętu w prawo 4 przekroje.



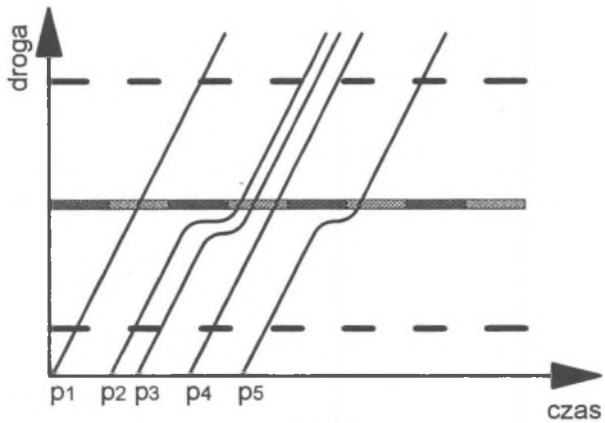
Rys. 1. Przykładowe skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną z zaznaczonymi charakterystycznymi przekrojami
Fig. 1. Example signalised intersection with a characteristic positions marked

Przekrój v_{we} jest wspólny dla wszystkich przypadków i oznacza punkt zgłoszeń pojazdów. Na rysunku 2 przedstawiono zależność droga-czas dla poszczególnych relacji kierunkowych z uwzględnieniem przekrojów zdefiniowanych na rysunku 1.

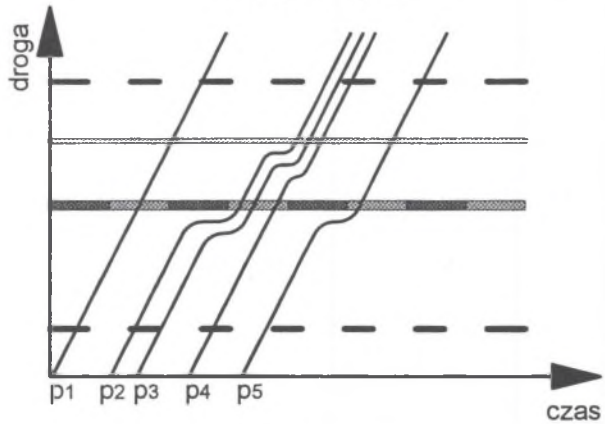
Czarną linią przerywaną zaznaczono miejsca zgłoszenia i wyjazdu pojazdów. Dla tych samych 5 pojazdów przedstawiono przebieg obsługi. Dla uproszczenia pominięto możliwość wydłużenia obsługi wynikającą np. z ewentualności wystąpienia kolizji bądź awarii pojazdu na skrzyżowaniu.

W przypadku relacji na wprost pojazd ma płynny przejazd z chwilą uzyskania sygnału zezwalającego na wjazd na skrzyżowanie. Dla relacji w prawo pojazdy muszą ustąpić pieszym. Natomiast w przypadku skrętu w lewo – dodatkowo zachodzi kolizja z ruchem nadrzędnym. W przykładzie założono, iż pas akumulacji mieści tylko jeden pojazd, dlatego kolejny pojazd może wjechać na skrzyżowanie dopiero po zwolnieniu tego obszaru przez pojazd poprzedni.

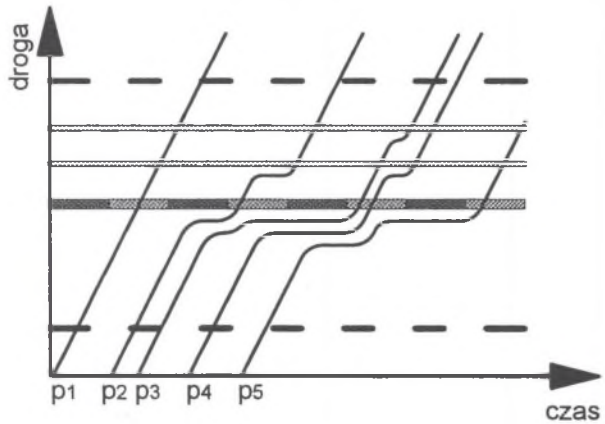
Jak widać z rysunku 2, im więcej przekrojów kolizyjnych, tym dłuższa obsługa pojazdu. Ujednolicenie czasów obsługi można uzyskać między innymi poprzez zastosowanie wydzielonych faz dla relacji kolizyjnych. Takie działanie jest uzasadnione w przypadkach, gdy znacząco zwiększa się płynność ruchu. Zwykle jednym z ważniejszych czynników branych pod uwagę podczas projektowania sygnalizacji jest minimalizacja strat czasu na wlotach.



a) relacja na wprost



b) relacja w prawo



c) relacja w lewo

Rys. 2. Przykładowy wykres droga-czas dla poszczególnych relacji kierunkowych, z uwzględnieniem charakterystycznych przekrojów dla skrzyżowania z rys. 1

Fig. 2. Example graph of distance-time for separate direction of traffic flow, with a characteristic positions includes (from fig. 1)

3. PODSUMOWANIE

Czasy przejazdu pojazdów przez skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną nie są jednakowe. Na wydłużenie obsługi składa się szereg czynników, z których najważniejsze zostały przedstawione w artykule. Miarą zróżnicowania ich wartości może być wariancja czasu obsługi.

Dokładniejszy opis obsługi pojazdów wymaga przeprowadzenia pomiarów na rzeczywistych skrzyżowaniach, co będzie stanowić dalszy etap prac nad modelem skrzyżowania z sygnalizacją świetlną.

Literatura

1. Datka S., Suchorzewski W., Tracz M.: Inżynieria ruchu. WKiŁ, Warszawa 1999.
2. Gartner N., Messer C. J., Rathi A. K.: Traffic Flow Theory A State-of-the-Art Raport. Transportation Research Board, http://wwwcta.ornl.gov/cta/research/trb/tft.html
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach. Dz. U. Nr 220 z dnia 23 grudnia 2003r., poz. 2181.
4. Sierpiński G.: Obsługa pojazdów na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Transport, z 56, s. 347 – 352, Gliwice 2004.
5. Sierpiński G.: Opóźnienie „kolizyjne" na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną – pojazdy skręcające w lewo. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Transport, z 57, s. 365 – 370, Gliwice 2005.
6. Sierpiński G.: Użycie modelu kolejkowego M/G/1 do budowy modelu strat czasu pojazdów na skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Transport (w druku).
7. Webster F. V.: Traffic signal settings. Road Research Paper No. 39, Her Majesty's Stationary Office, London 1958.
8. Webster F. V., Cobbe B. M.: Traffic Signals. Road Research Paper No. 56, Her Majesty's Stationary Office, London 1966.
9. Woch J.: Teoria potoków ruchu (w druku).

Recenzent: Dr hab. inż. Romuald Szopa, prof. Politechniki Częstochowskiej

Praca wykonana w ramach badań własnych BW-423/RT5/2006.