

Jerzy PAWLICKI, Brigita SALAIOVA¹

CZAS ZATRZYMANIA POJAZDÓW NA SKRZYŻOWANIU Z SYGNALIZACJĄ ŚWIETLNA

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki pomiarów czasów zatrzymania pojazdów na wlocie skrzyżowania oosobnionego przy dwóch rodzajach sygnalizacji świetlnej – sygnalizacji stałoczasowej jednoprogramowej i sygnalizacji zmiennoczasowej.

TIME OF VEHICLE STOPPING AT INTERSECTION WITH ROAD SIGNALLING

Summary. Intersections are critical points of road networks. The capacity of the whole road network depends on the their capacity. Therefore a great attention is paid to the type of their control. In this paper the situation in control of intersections is analysed and based on the evaluation criterion - vehicles delay at intersection - are assessed.

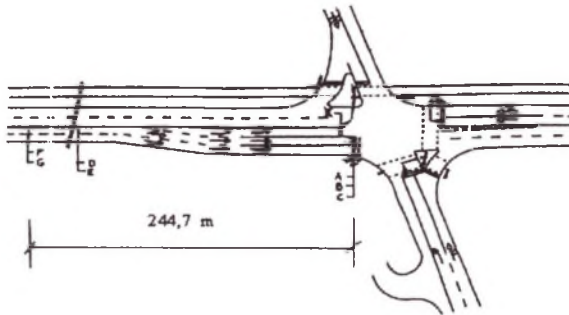
1. WPROWADZENIE

Do oceny efektywności ruchu na skrzyżowaniu wybiera się właściwe kryteria, którymi często są: straty czasu, liczba i skutki wypadków, zużycie paliwa, hałas, emisje CO₂, CO, NO_x, CH i inne. Ponieważ celem przeprowadzonych badań było określenie rozmiarów zakłóceń ruchu, występujących na tym samym skrzyżowaniu przy dwóch rodzajach sygnalizacji – o stałej strukturze programu i sygnalizacji zmiennoczasowej (dynamicznej), za miernik oceny funkcjonowania skrzyżowania przyjęto średnie straty zatrzymań pojazdów.

2. POMIARY STRAT CZASÓW NA WLOCIE SKRZYŻOWANIA PRZY DWÓCH RODZAJACH SYGNALIZACJI

2.1. Metodyka i sposób przeprowadzenia pomiarów

Ze względu na potrzebę porównania obu typów sygnalizacji pomiary czasów zatrzymań wykonano w ciągu dwóch kolejnych dni (środa, czwartek) metodą ręcznych notowań numerycznych i czasów przejazdu przez punkty obserwacyjne zlokalizowane przy linii zatrzymania (stanowiska A, B) oraz w odległości 244,7 m przed linią (stanowiska F, G). W punktach D i E (rys.1) zarejestrowano całkowite natężenie ruchu na wlocie. Stanowisko C zlikwidowano ze względu na niewielki ruch pojazdów skręcających w lewo. Czas trwania pomiarów wynosił 2,5h w okresie szczytu porannego (7⁰⁰ do 9³⁰).



Rys. 1. Stanowiska pomiarowe na wlocie badanego skrzyżowania
 Fig. 1. The measuring stands at inlet of examined intersection

2.2. Pomiar przy zmiennoczasowej sygnalizacji

Rozkład czasów zatrzymań pokazano na rysunku 2. Przedstawione w postaci histogramu (długość przedziałów 4s) wyniki pomiarów uzupełniają ogólne dane o potoku ruchu na wlocie skrzyżowania:

- podczas wykonywania pomiarów zanotowano 2252 pojazdy, w tym 173 samochody ciężarowe,
- w obu przekrojach pomiarowych zarejestrowano 935 pojazdów, co stanowi 42% ,
- czas potrzebny do przejechania odcinka pomiarowego ze stałą prędkością, czyli czas równy lub krótszy od 17,6 s miało 151 pojazdów,
- zatrzymane na skrzyżowaniu zostały 784 pojazdy, co stanowi 83,85 %, przy czym średni czas zatrzymania t_d wynosił 32,98 s.

Rzeczywiste wartości liczebności skumulowanych czasów zatrzymań aproksymowano z wykorzystaniem testu opartego na rozkładzie F wielomianem o postaci:

$$y_d = 0,0013 \cdot t_d^2 - 0,7217 \cdot t_d + 100 , \quad (1)$$

gdzie:

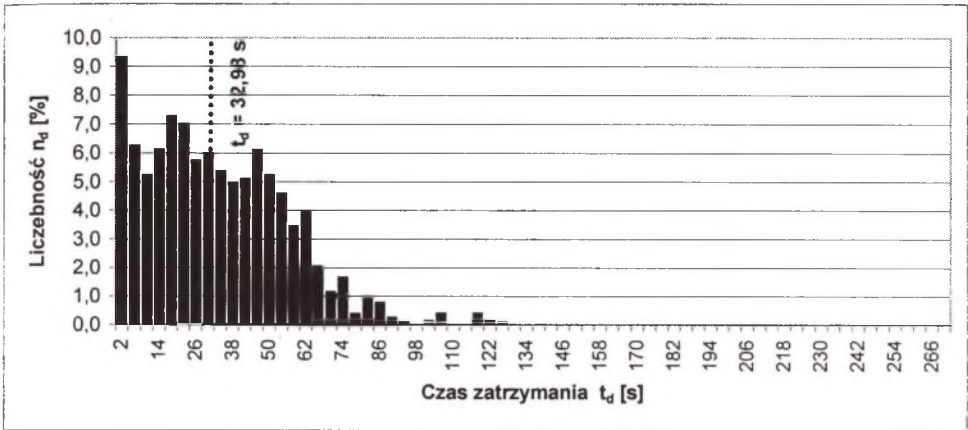
y_d – skumulowane liczebności względne czasów zatrzymań przy sygnalizacji zmiennoczasowej [%],

t_d – czas zatrzymania [s].

Współczynnik korelacji $R = 0,99$ znacząco przekracza wartość krytyczną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Analiza obliczeń, histogramów i krzywej liczebności skumulowanych (rys. 4) pozwala na następujące stwierdzenia:

- maksymalny i średni czas zatrzymania wyniósł odpowiednio 124 s i 32,98 s,
- sumaryczne straty czasu w ciągu godziny wynosiły 2,87 h,
- czas dłuższy od średniego charakteryzowało 46% pojazdów.



Rys. 2. Histogram rozkładu względnych liczebności czasu zatrzymania przed skrzyżowaniem – sygnalizacja zależna od ruchu

Fig. 2. Histogram of relative number time of stopping at intersection distribution – signalling dependent on traffic

2.3. Pomiary przy sygnalizacji stałoczasowej

Wyniki pomiarów przeprowadzonych przy długości cyklu 90 s i długości sygnału zielonego 30 s dla badanego kierunku (długości sygnałów pochodziły z symulacji) były następujące:

- w czasie pomiarów (2,5 h) zaobserwowano na stanowiskach D i E 2542 pojazdy, w tym 89 samochodów ciężarowych,
- w obydwu przekrojach kontrolnych zanotowano 1350 pojazdów, co stanowi 53% próby,
- 37 pojazdów z tej liczby przemieściło się przez skrzyżowanie bez zatrzymania,
- zatrzymanych na skrzyżowaniu zostało 97,26% pojazdów, a średni czas zatrzymania wynosił 90,43 s.

Rozkład strat czasu pokazano na rys. 3. Kumulacyjna krzywa liczebności względnych ma postać:

$$y_p = 0,000001 \cdot t_p^4 + 0,0003 \cdot t_p^3 - 0,014 \cdot t_p^2 - 1,4464 \cdot t_p + 100, \quad (2)$$

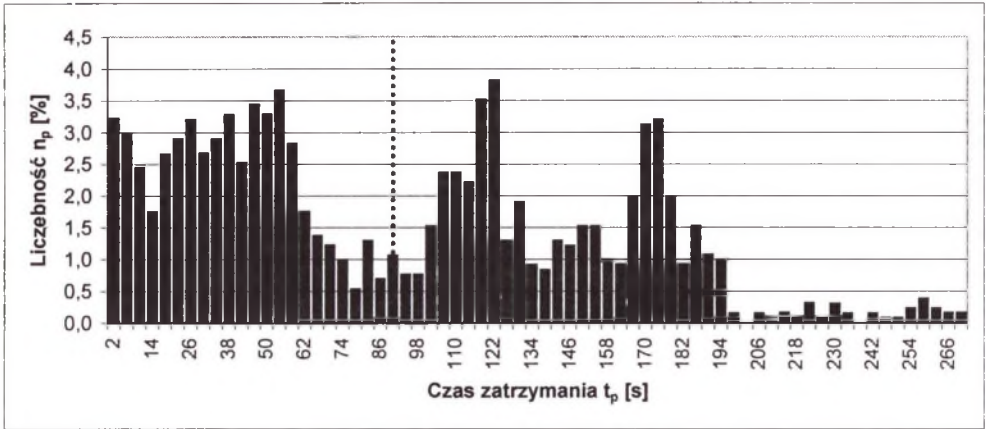
gdzie:

y_p – kumulacyjna liczebność względna czasów zatrzymań [%],

t_p – straty czasu przed skrzyżowaniem przy stałej długości cyklu.

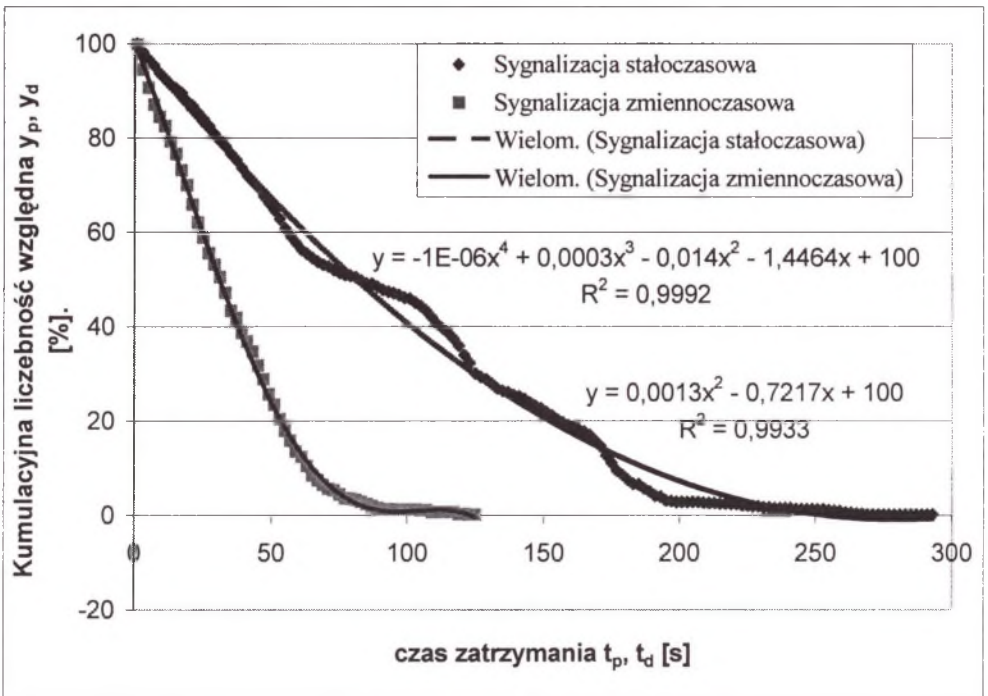
Na podstawie analizy obliczeń, z histogramu i z kumulacyjnej krzywej liczebności można zauważyć, że:

- maksymalny czas zatrzymania wynosił 268 s, czyli był prawie trzykrotnie dłuższy od długości cyklu (90 s),
- średnie straty przypadające na jeden pojazd (90,43 s) były dłuższe od czasu trwania cyklu,
- łączny czas zatrzymań w ciągu 1 godziny wynosił 13,6 h,
- rozkład liczebności wykazuje kilka ośrodków dominujących (przedziały 52 - 56 s, 116-124 s, 168 - 176 s),
- wyraźniejszy spadek liczebności zatrzymań występuje przy wartościach większych od 196 s,
- kumulacyjna krzywa liczebności względnych ma łagodny przebieg w całym obszarze zmienności.



Rys. 3. Histogram rozkładu względnych liczebności czasu zatrzymania przed skrzyżowaniem – sygnalizacja stałoczasowa

Fig. 3. Histogram of relative number time of stopping at intersection distribution – permanent signaling



Rys. 4. Krzywe kumulacyjne liczebności względnych czasu zatrzymania przed skrzyżowaniem

Fig. 4. Accumulating curves of relative number time of stopping at intersection

3. PODSUMOWANIE

Porównując materiał statystyczny pochodzący z obydwu badań, można zauważyć, że:

- średnie straty zatrzymania są przy sygnalizacji zmiennoczasowej o 57,45 s niższe od czasów obserwowanych przy sygnalizacji stałej,
- maksymalne wartości tych strat są wyższe o 144 s przy sygnalizacji stałoczasowej,
- łączna strata czasu w ciągu 1 godziny jest niższa o 10,32 h w przypadku sygnalizacji dynamicznej,
- rozkład liczebności strat czasu przy zastosowaniu sygnalizacji zmiennoczasowej charakteryzuje się jednorodnością, posiada tylko jeden ośrodek dominujący (0-4 s), jego realizacje zawarte są w węższym przedziale zmienności.

Przedstawione wyniki pomiarów czasów zatrzymań na wlocie konkretnego skrzyżowania potwierdziły niewątpliwe i szeroko znane walory tego rodzaju sygnalizacji [1, 2, 3, 4]. Należy jednak traktować każde skrzyżowanie jako odrębny problem studialny, wymagający przeprowadzenia wnikliwych analiz przepustowościowych. Nie można bowiem „stabilizować ocen przepustowości węzłów transportowych” [5].

Literatura

1. Mandula J.: Príspevok k výpočtu hladín hluku od električkovej dopravy. Medzinárodná vedecká konferencia 60. výročie Stavebnej fakulty STU v Bratislave, Bratislava 1998.
2. Mandula J.: Numerické modelovanie hladín hluku od električkovej dopravy. Zborník z 2.celoštátnej konferencie so zahraničnou účasťou „Doprava v sídelných útvaroch“, Žilina 1999.
3. Salaiová B.: Zdržanie vozidiel pred svetelne riadenou križovatkou - porovnanie dvoch typov riadenia, Silniční obzor 11 - 12 /1996, roč.57.
4. Török Cs.: Úvod do teórie pravdepodobnosti a matematickej štatistiky. COMAT, Košice 1992.
5. Woch J.: Myślenie urbanistyczne a optymalizacja gęstych sieci transportowych na przykładzie problematyki planowania transportu województwa katowickiego. Seminarium „System transportowy województwa katowickiego, stan obecny, zagrożenia, perspektywy”, Katowice - Wisła, 30 - 31.05.1996, s. 105 - 114.

Recenzent: Doc. dr inż. Zbigniew Ginalski

Abstract

Intersections are critical points of road networks. The capacity of the whole road network depends on the their capacity. Therefore a great attention is paid to the type of their control. In this paper the situation in control of intersections is analysed and based on the evaluation criterion - vehicles delay at intersection - are assessed. Statistic data obtained from measurement enables to make quality estimation of both kind of signalling. Considering time criterion time-changing signalling is much more advantageous.