

Anna OLMA
Politechnika Śląska

BADANIE WAHAŃ NATĘŻEŃ RUCHU Z POMIARÓW CIĄGLYCH W PRZEKROJU ULICY

Streszczenie. Ciągłe pomiary natężenia ruchu umożliwiają uzyskanie wykresów sezonowych, tygodniowych i dobowych wahań ruchu. Ponadto służą do:

- obliczenia faktycznej wartości Średniodobowego Natężenia Ruchu (SDR),
- uzyskania miarodajnego natężenia godzinowego (w 30, 50 lub 100 godzinie największego natężenia ruchu),
- obliczenia wskaźników służących do przeliczania natężeń z pomiarów krótkotrwałych na SDR.

W publikacji przedstawiono analizę wahań natężeń ruchu w przekroju ulicy S. Kopcińskiego w Łodzi na podstawie pomiaru ciągłego przeprowadzonego w roku 2003.

ANALYSIS OF THE TRAFFIC VOLUME FLUCTUATIONS

Summary. The article presents the fluctuations in traffic volumes in Kopcińskiego Street in Łódź based on 24 hours traffic survey. The seasonal fluctuation in traffic volumes has been compared against seasonal traffic fluctuation on a rural road. The traffic flow has been the basis of and then compared to Average Annual Daily Traffic.

1. Wstęp

Pomiary ciągle ruchu drogowego na sieci dróg krajowych prowadzone są w Polsce od 1974. Pomiary dają możliwość opisanie charakterystyk wahań ruchu, jego wzrostu, regularności. Systematyczne analizy pozwalają na uzyskanie typowych profili miesięcznych, tygodniowych wahań ruchu w zależności od charakteru ruchu.

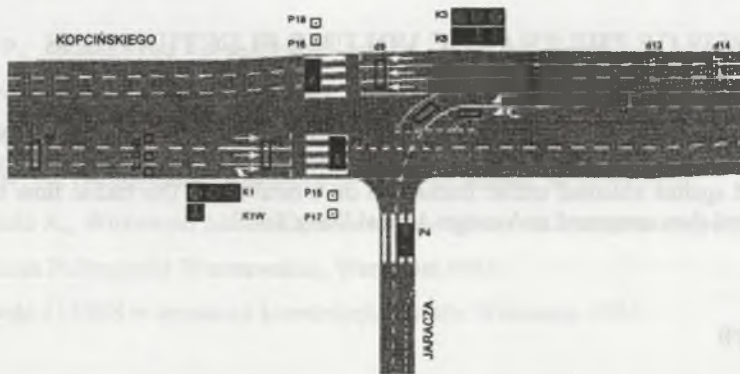
Szczegółowe charakterystyki zmian ruchu wykorzystywane są do ustalenia miarodajnych godzinowych natężeń ruchu i Średniodobowego Natężenia Ruchu (SDR), a te stanowią podstawę do m.in. planowania sieci komunikacyjnej miejskiej i zamiejskiej, zarządzania

i określenia pracy przewozowej, projektowania dróg i skrzyżowań, konstrukcji nawierzchni, urządzeń BRD, sygnalizacji świetlnej, projektowania organizacji ruchu, oceny przepustowości i warunków ruchu i oceny oddziaływania dróg na środowisko.

2. Metodologia badań

Pomiar ciągły odbywał się za pomocą Systemu Zdalnej Kontroli i Zbierania Danych SNS/ASR. System ten przeznaczony do prezentacji w czasie rzeczywistym pracy sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach, danych o rzeczywistym ruchu pojazdów i nadzoru pracy sygnalizacji.

Dane o natężeniach ruchu w przekroju uzyskano z detektorów ruchu (pętli indukcyjnych krótkich) zainstalowanych na wlotach skrzyżowania ul. S. Kopcińskiego z ul. S. Jaracza w Łodzi. Skrzyżowanie ul. S. Kopcińskiego z ul. S. Jaracza jest skrzyżowaniem trójwłotowym skanalizowanym sterowanym akomodacyjną, acykliczną sygnalizacją świetlną, zlokalizowane w centralnej części miasta. Ulica S. Kopcińskiego o przekroju 2×3 stanowi przedłużenie drogi krajowej DK 14.



Rys. 1. Schemat skrzyżowania ul. S. Kopcińskiego z ul. S. Jaracza w Łodzi. Lokalizacja detektorów

Fig. 1. Drawing of the crossroads S. Kopciński str. and S. Jaracz str. in the city of Łódź. Location of loop detectors

Do analizy wahań ruchu w przekroju ul. Kopcińskiego wykorzystano natężenia godzinowe z detektorów D2, D3, D4, D10, D11 i D12 zainstalowanych w nawierzchni jezdni 40 m od linii warunkowego zatrzymania (rys. nr 1).

W badanym okresie rocznym występują luki w danych o natężeniach godzinowych w 6 dobach. Braki te spowodowane są np. awarią systemu, awarią pętli, braku lub przerwach w zasilaniu bądź niemożliwością połączenia się telekomunikacyjnego ze sterownikiem skrzyżowania (połączenie modemowe).

3. Wyznaczenia średniego dobowego natężenia ruchu w roku

Średniodobowe natężenie ruchu (SDR) lub inaczej średni dobowy ruch w roku jest to liczba pojazdów przejeżdżających przez dany przekrój drogi w ciągu 24 kolejnych godzin, średnio w ciągu jednego roku.

$$\text{SDR} = \frac{\sum_{i=1}^{i=365} N_{i \text{ dob}}}{365} \quad [\text{poj./dobę}] \quad (1)$$

gdzie:

$N_{i \text{ dob}}$ – natężenia dobowe i -tego dnia.

Brak ciągłości w pomiarach nie pozwolił na bezpośrednie wyznaczenie SDR.

SDR wyznaczono trzema sposobami:

1. Z definicji (wzór 1), lecz przy szacowaniu brakujących natężeń dobowych. Brakujące natężenia dobowe w i dniu tygodnia obliczono ze średniej arytmetycznej z i -tego dnia tygodnia poprzedzającego ($i-7$) i kolejnego ($i+7$), pod warunkiem że nie były to dni świąteczne lub przedświąteczne. SDR w badanym przekroju w roku 2003 wynosi: 37 290 poj./dobę.
2. Według procedury obliczeniowej stosowanej do wyznaczania SDR z pomiarów ciągłych ze stacji automatycznego pomiaru zainstalowanych na sieci dróg krajowych. W celu obliczenia SDR rocznego dokonuje się najpierw analiz na poziomie każdego miesiąca, wyznaczając SDR dla poszczególnych dni tygodnia w każdym miesiącu, następnie SDR dla miesiąca i w efekcie końcowym dla całego roku.
 $\text{SDR} = 37\,843 \text{ poj./dobę}$
3. Według „Wytycznych organizacji i przeprowadzenia Generalnego Pomiaru Ruchu” z roku 2000, dla dróg krajowych z wybranych 11 dni roku (odpowiednich dla roku 2003).

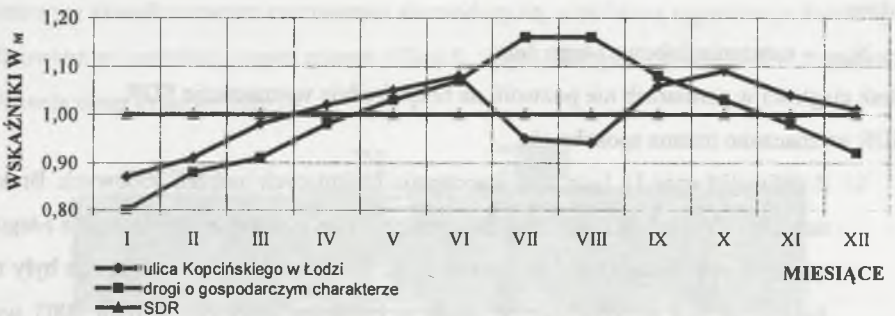
$\text{SDR} = 37\,340 \text{ poj./dobę}$

Przyjmując pierwszy sposób wyznaczenia rocznego SDR jako wiarygodny, można stwierdzić, iż różnice w pozostałych metodach są niewielkie – błędy mogą stanowić 1,5 %.

4. Miesięczne i tygodniowe wahania ruchu

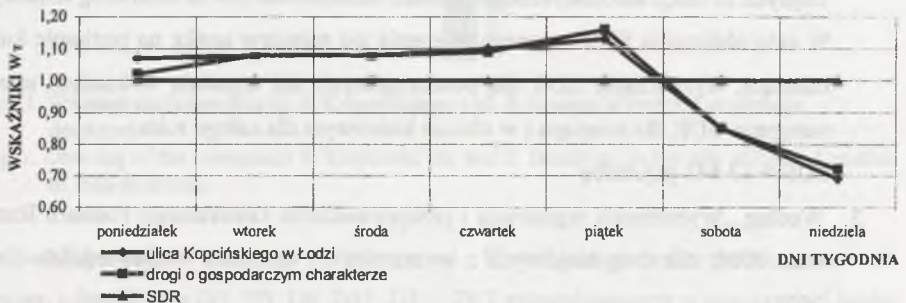
Wyznaczenie SDR dla poszczególnych miesięcy przy wyznaczaniu rocznego SDR pozwala na obliczenie wskaźników charakteryzujących miesięczne wahania ruchu. Do przyjęcia wskaźników miesięcznych W_M i tygodniowych W_T w celu obliczenia SDR z pomiarów krótkotrwałych wytyczne i instrukcje odsyłają do opracowania „Ruch Drogowy 2000” (lub 1995), gdzie zamieszczone są wskaźniki W_M i W_T dla dróg krajowych.

Rysunek nr 2 przedstawia miesięczne wahania ruchu miejskiego na tle średnich wahań ruchu na sieci dróg krajowych w Polsce o ruchu gospodarczym. Wahania ruchu w okresie wakacyjnym w mieście znacznie odbiegają od wahań ruchu na drogach.



Rys. 2. Miesięczne wahania ruchu dobowego w przekroju ul. Kopcińskiego w Łodzi na tle wahań w przekroju drogi zamiejskiej (o gospodarczym charakterze)

Fig. 2. The seasonal traffic fluctuations on a rural road (farm traffic) against Kopcińskiego Street in Łódź



Rys. 3. Miesięczne wahania ruchu dobowego w przekroju ul. Kopcińskiego w Łodzi na tle wahań w przekroju drogi zamiejskiej (o gospodarczym charakterze)

Fig. 3. The weekly traffic fluctuations on a rural road against Kopcińskiego Street in Łódź

Rysunek 3 przedstawia tygodniowe wahania ruchu miejskiego na tle średnich wahań ruchu na sieci dróg krajowych. W badanym przekroju ulicy średnie natężenia dobowe od poniedziałku do czwartku są zbliżone, natomiast średnie natężenia dobowe piątkowe są nieco większe od pozostałych dni roboczych ok. 5 %. Charakter rozkładu wskaźników tygodniowych dla dróg i badanego przekroju ulicy jest bardzo zbliżony.

5. Dobowe wahania ruchu

Podstawową charakterystyką zmienności ruchu w ciągu doby w przekroju drogi jest wykres godzinowych wahań ruchu zwany też linią dziennego przebiegu lub rozkładem dobowym. Dla uzyskania wykresu średnich dobowych wahań ruchu należy obliczyć najpierw udział godzinowych natężeń ruchu w ruchu całodobowym (wzór 2).

$$U_{i,j} = \frac{N_{i,j}}{N_{j,dob}} \quad [\%] \quad (2)$$

gdzie:

$$N_{j,dob} = \sum_{i=1}^{i=24} N_{i,j} \quad \{\text{poj./dobę}\}$$

$U_{i,j}$ – procentowy udział natężenia ruchu z i -tej godziny w całodobowym natężeniu ruchu j -tego dnia pomiarowego,

$N_{i,j}$ – wartość natężenia w i -tej godzinie j -tego dnia pomiarowego,

$N_{j,dob}$ – natężenie dobowe j -tego dnia pomiarowego.

Otrzymana w ten sposób standaryzowana linia charakteryzuje się małą wrażliwością na przypadkowe zmiany ruchu. Średnie godzinowe wahania w dobie obliczono w podziale na:

- poszczególne dni robocze tygodnia (bez dni świątecznych i przedświątecznych oraz niektórych poświątecznych),
- wszystkie dni robocze (od poniedziałku do piątku),
- soboty (bez dni świątecznych),
- niedziele (bez dni świątecznych).

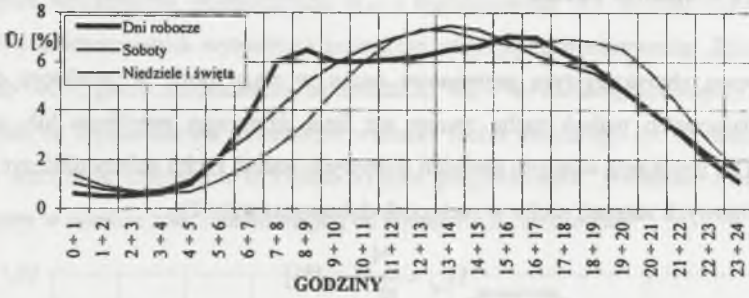
Rysunki 4, 5 i 6 przedstawiają średnie dobowe wahania ruchu w tym podziale. Średni procentowy udział natężenia ruchu i -tej godziny w całodobowym ruchu oblicza się wg wzoru:

$$\bar{U}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n U_{i,j} \quad [\%] \quad (3)$$

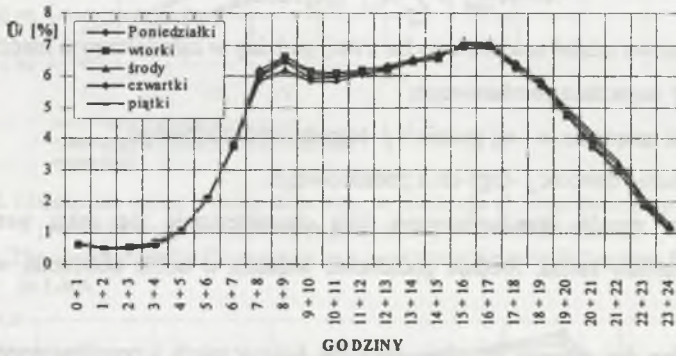
gdzie:

\bar{U}_i – średni z n dni pomiarowych procentowy udział natężenia ruchu z i -tej godziny w całodobowym ruchu.

Z wykresów wynika, iż we wszystkich dniach roboczych charakter rozkładu ruchu dobowego jest jednakowy. Największe różnice w rozkładach występują w godzinach porannych i przedpołudniowych od 7.00 do 11.00, jednak ich wartości osiągają max 0,5 %. Godzina szczytu występuje najczęściej w godzinach popołudniowych w godzinach od 15.00 do 17.00 i sporadycznie w godz. 8.00 ÷ 9.00. Rozkłady ruchu w soboty i niedziele są odmienne.

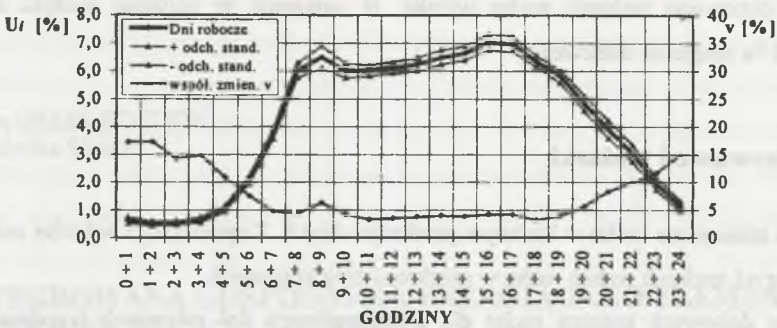


Rys. 4. Średnie dobowe wahania natężenia ruchu w przekroju ul. S. Kopcińskiego w Łodzi
Fig. 4. Average Annual Daily Traffic in Kopcińskiego Street in Łódź



Rys. 5. Średnie dobowe wahania natężenia ruchu dla poszczególnych dni roboczych w badanym przekroju ulicy
Fig. 5. Average Annual Daily Traffic for each day of the week from Monday to Sunday

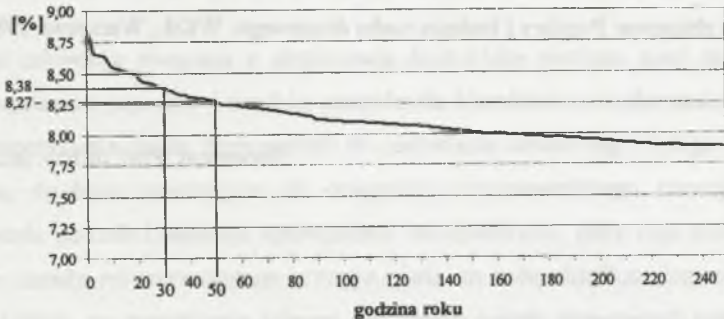
Dla wszystkich dni roboczych dokonano oceny rozrzutu udziału poszczególnych godzinowych natężeń ruchu w ruchu całodobowym, obliczając współczynniki zmienności. Od godziny 6.00 do 19.00 współczynniki zmienności przyjmują wartość ok. 4%, i mogą świadczyć, iż w tym okresie transponowanie wyników z pomiarów krótkotrwałych z tego okresu na natężenie dobowe może mieć największą dokładność.



Rys. 6. Średnie dobowe wahania natężenia ruchu we wszystkich dniach roboczych
 Fig. 6. Average Annual Daily Traffic for each day of the week from Monday to Friday

6. Miarodajne natężenie ruchu

W celu określenia natężenia miarodajnego N_{miar} dokonuje się uszeregowania godzinowych natężeń ruchu z pomiarów ciągłych (8760 godzin) od największego natężenia do najmniejszego. Jako natężenie miarodajne przyjmuje się natężenie z 30, 50 lub 100 godzin w roku w zależności od charakteru ruchu. W badanym przekroju o ruchu gospodarczym można przyjąć za ruch miarodajny natężenie w 30 lub 50 godzinie i wynosi $N_{\text{miar}}^{30} = 3173$ poj./h, co stanowi 8,27 % SDR oraz $N_{\text{miar}}^{50} = 3131$ poj./h, co stanowi 8,38 % SDR przy natężeniu maksymalnym 3344 poj./h. Wszystkie natężenie godzinowe były liczone tylko w pełnych godzinach zegarowych. Rysunek 7 przedstawia uszeregowanie największych 250-godzinowych natężeń ruchu wyrażone jako procent SDR. Dla ulic przyjmuje się, iż natężenie miarodajne w 50 godzinie roku waha się od 8,5 do 9,5 % SDR.



Rys. 7. Uszeregowanie 250 największych godzinowych natężeń ruchu wyrażone jako procent SDR
 Fig. 7. Line up of 250 hourly traffic flow [% ADT]

Z rozkładu dobowego wahania ruchu wynika, iż natężenie w godzinie szczytu osiąga około $7 \pm 0,2\%$ natężenia dobowego.

7. Podsumowanie i wnioski

1. Wahania miesięczne ruchu w badanym przekroju ulicy S. Kopcińskiego w Łodzi znacznie różnią się od średnich wahań ruchu w przekroju dróg krajowych.
2. Rozkłady dobowych natężeń ruchu dla poszczególnych dni roboczych tygodnia mają bardzo podobny charakter, w związku z tym dzień przeprowadzania pomiarów krótkotrwałych w tym przekroju może być dowolnym dniem od poniedziałku do piątku, z wyjątkiem dni świątecznym i przedświątecznym.
3. Tygodniowe wahania ruchu również świadczą o tym, iż natężenia dobowe w dniach roboczych również mają podobną wartość. Potwierdza to również tezę, iż pomiary krótkotrwałe w badanym przekroju można wykonać w dowolnym dniu roboczym.
4. Prowadzone są analizy pomiarów ciągłych na miejskiej sieci dróg, na 11 skrzyżowaniach z akomodacyjną sygnalizacją świetlną. Badania te będą służyć do wyznaczenia sezonowych i tygodniowych wskaźników wahań ruchu na miejskiej sieci ulic.

LITERATURA

1. Chodur J., Gaca S.: Możliwość redukcji czasu trwania generalnych pomiarów natężeń ruchu. *Drogownictwo* 8-9/1982, 261-266.
2. Datka S., Suchorzewski W., Tracz M.: *Inżynieria ruchu*. WKiŁ, Warszawa 1999.
3. *Ruch Drogowy 2000*. BPBDiM, Transprojekt-Warszawa Sp. z o.o., Warszawa 2001.
4. *Praca zbiorowa: Pomiary i badania ruchu drogowego*. WKiŁ, Warszawa 1984.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Marian Tracz