



**Article citation info:**

Kłos, M. Identifications peak hours on intersections set in Bielsko-Biała City. *Scientific Journal of Silesian University of Technology*. 2016, **90**, 113-121. ISSN: 0209-3324. DOI: 10.20858/sjsutst.2016.90.10.

Marcin KŁOS<sup>1</sup>

## IDENTIFICATIONS PEAK HOURS ON INTERSECTIONS SET IN BIELSKO-BIAŁA CITY

**Summary.** Traffic flow in cities is usually examined locally. This method is not effective for through traffic analysis. The paper discusses the problem of determining peak traffic hours taking into account vehicle distributions. Peak hours represent time periods of traffic flow which demand special treatment by traffic control systems. This is particularly important in the case of ITS. High values of traffic flow require relieving actions not only at the junctions but preferably along the transit routes. The north-south transit route in Bielsko-Biała was chosen for analysis. Instead of the usual two distinct peaks it is determined that the traffic flow is characterised by five peaks. This pattern is the result of specific location of the route, which links residential areas, industrial zones and shopping centres besides carrying through traffic. This multi peak graph more accurately models the traffic flow.

**Keywords:** road traffic flow, peak hours, transit route

## IDENTYFIKACJA GODZIN SZCZYTOWYCH W CIĄGU SKRZYŻOWAŃ W MIEŚCIE BIELSKO-BIAŁA

**Streszczenie.** Badany ruch drogowy w miastach zwykle jest analizowany lokalnie. Metoda ta jednak nie jest efektywna dla ciągów tranzytowych miast. Artykuł przedstawia analizę natężenia ruchu drogowego wraz z wyznaczaniem godzin szczytowych oraz rozkładem struktury rodzajowej pojazdów. Godziny szczytowe reprezentują przedziały czasowe z natężenia ruchu drogowego, które

<sup>1</sup> Faculty of Transport, The Silesian University of Technology, Krasińskiego 8 Street, 40-019 Katowice, Poland.  
E-mail: marcin.j.klos@polsl.pl.

wymagają specjalnego traktowania przez systemy sterowania ruchem drogowym. Szczególnie ważne jest to w przypadku ITS. Wysokie wartości natężenia ruchu wymagają działań nie tylko na skrzyżowaniach, ale wzdłuż ciągów tranzytowych. Badaniu został poddany ciąg skrzyżowań w mieście Bielsko-Biała, który obsługuje ruch odbywający się z północy na południe miasta. Zamiast tradycyjnych dwóch godzin szczytowych na podstawie analizy udowodniono, że strumień ruchu charakteryzuje się pięcioma szczytami w jednym ciągu komunikacyjnym. Uzyskane wyniki uwzględniają zagospodarowanie terenu wzdłuż badanego odcinka, który łączy dzielnice mieszkaniowe, strefy przemysłowe oraz centra handlowe. Kilka godzin szczytowych odzwierciedla dokładniej rozkład natężenia ruchu drogowego.

**Słowa kluczowe:** natężenie ruchu drogowego, godziny szczytowe, trasy tranzytowe

## 1. WPROWADZENIE

Sprawne przemieszczanie się użytkowników dróg jest niezwykle ważnym aspektem w rozrastających się aglomeracjach. Płynność ruchu drogowego jest podstawowym parametrem opisującym istniejący stan sieci drogowej. Ważnymi elementami sieci drogowej są trasy tranzytowe, najczęściej przebiegające przez całą długość i szerokość miasta. Dobra koordynacja sygnalizacji świetlnej wzdłuż takiej trasy pozwala na optymalizację płynności ruchu, która jest niezbędna dla prawidłowego funkcjonowania głównych arterii miasta. Wykonanie takiej analizy wymaga inwentaryzacji stanu istniejącego, w celu znalezienia powiązań pomiędzy poszczególnymi elementami badanej sieci drogowej. Rozkład natężenia ruchu drogowego w czasie pozwala na wyznaczenie godzin szczytowych. Przedstawienie tego rozkładu dla wszystkich obiektów na jednym wykresie pozwala na globalną analizę problemu synchronizacji pomiędzy skrzyżowaniami. Analiza rozkładu struktury ruchu pozwala zaobserwować liczbę pojazdów podzielonych na kategorie przemieszczających się po badanym ciągu skrzyżowań. Znajomość danych dotyczących struktury ruchu pozwala na sprawdzenie uwarunkowania powstawania zatłoczenia.

Problem wyznaczania godzin szczytowych jest znany w literaturze. Autor artykułu [1] przedstawia analizę natężenia ruchu, założenia tradycyjnych metod oraz ich niedoskonałości. Stwierdza, iż obecna koncepcja określenia godzin szczytu nie pozwala na ocenę współczynników niezbędnych do efektywnego sterowania ruchem drogowym. Jest to spowodowane zbyt krótkimi czasami pomiarowymi oraz nieuwzględnianiem takich czynników jak na przykład pory roku. Autorzy w [3] przedstawiają rozkłady ruchu w mieście uwzględniając główne arterie prowadzące przez całe miasto. Artykuł przedstawia wpływ rozrostu miast i liczby mieszkańców na zmiany natężenia ruchu drogowego. Autorzy porównują zmiany zachodzące dla godzin szczytu popołudniowego z 2006 roku i 2011 roku. Wynikiem tej analizy jest znaczny wzrost natężenia ruchu podczas godziny szczytowej pomiędzy badanymi przedziałami czasowymi. Autorzy w [7] przedstawiają problem przepływu ruchu za pomocą optymalnego modelu prędkości, który służy do określenia przepływu ruchu na rzecz sterowania. Porównują trzy strategie sterowania: prostą synchronizację, zieloną falę oraz strategię losowego przełączania. Obliczenia zawarte w artykule są oparte na obliczonych wartościach gęstości ruchu. Wymienione strategie mogą również zależeć od występowania godzin szczytowych w dobie. Inne podejście do problemu opisuje autor artykułu [5], który przedstawia modelowanie podróży do centralnego miasta aglomeracji z otaczających go miejscowości. Na podstawie przeprowadzonych analiz wykazuje korelację pomiędzy liczbą podróży aglomeracyjnych a liczbą gospodarstw

domowych. Autor stwierdza, że prawdopodobnie do modelowania podróży aglomeracyjnych wystarczy zebrać dane o zabudowie w wybranym obszarze. Dla wyznaczenia godzin szczytowych autor proponuje użycie zmiennej opisującej, która odzwierciedla liczbę nowo powstałych domów.

Niniejszy artykuł przedstawia identyfikację godzin szczytowych na głównym ciągu miasta. W celu określenia czynników wpływających na występowanie godzin szczytowych, wykonano analizę generatorów ruchu umiejscowionych wzdłuż opisywanych skrzyżowań. Znajomość znajdujących się obiektów przy ciągu drogowym oraz rozkładu ruchu w formie kartogramów pozwala na obserwację wpływu zagospodarowania na potoki ruchu. Badaniu został poddany również wpływ struktury rodzajowej ruchu drogowego na godziny szczytowe. Identyfikacja struktury pojazdów w czasie pozwala na sprawdzenie wpływu ruchu pojazdów ciężkich na zmiany szczytów ruchu. Opisywana analiza ma na celu zaproponowanie metody sterowania w inteligentnych systemach transportowych.

Artykuł został podzielony następująco: rozdział drugi przedstawia inwentaryzację analizowanego ciągu. Następnie zostały pokazane identyfikacje godzin szczytowych oraz struktury rodzajowej. Ostatnia część artykułu uwzględnia wnioski oraz zalecenia dla poprawy efektywności działania inteligentnych systemów sterowania ruchem.

## 2. RUCH TRANZYTOWY W BIELSKU-BIAŁEJ

Dla poprawnego działania inteligentnych systemów transportowych ważna jest dokładna informacja o ruchu drogowym. Dane te pozwalają na efektywną pracę wszystkich elementów systemu. W celu określenia wagi wybranego ciągu dla transportu całego miasta wykonano inwentaryzację zagospodarowania terenów znajdujących się wzdłuż odcinka.

Analizowany odcinek o długość 1,1 kilometra jest główną drogą miasta Bielsko-Biała, łączącą północ z południem. Przedstawiony odcinek pełni rolę arterii tranzytowej. Na całej długości występują po 2 pasy w każdym kierunku, rozdzielone pasem zieleni. W jego skład wchodzi cztery skrzyżowania z sygnalizacją świetlną:

- ul. Sarni Stok, ul. Warszawska, ul. Eugeniusza Kwiatkowskiego – skrzyżowanie numer 1,
- ul. Warszawska, ul. Czechowicka – skrzyżowanie numer 2,
- ul. Warszawska, ul. Budowlanych, ul. Trakcyjna – skrzyżowanie numer 3,
- ul. Warszawska ul. Piastowska – skrzyżowanie numer 4.

Skrzyżowanie numer 1 jest pierwszym dużym skrzyżowaniem agregującym ruch po wjeździe do miasta od strony północnej. Cechuje się bliskim sąsiedztwem z dużą liczbą wielkopowierzchniowych obiektów handlowych oraz strefą przemysłową, w której między innymi znajduje się fabryka Fiata.

Następne skrzyżowanie jest oddalone od pierwszego o 550 m. Wzdłuż odcinka występują domy jednorodzinne, zakłady wraz z magazynami oraz centra remontowe. Do głównego ciągu prowadzi ulica Czechowicka, która doprowadza ruch z pobliskiego osiedla mieszkaniowego.

Kolejny obiekt znajduje się w odległości 200 m. Od strony wlotu z ulicy Budowlanych dochodzi potok ruchu generowany osiedlem oraz zakładami pracy.

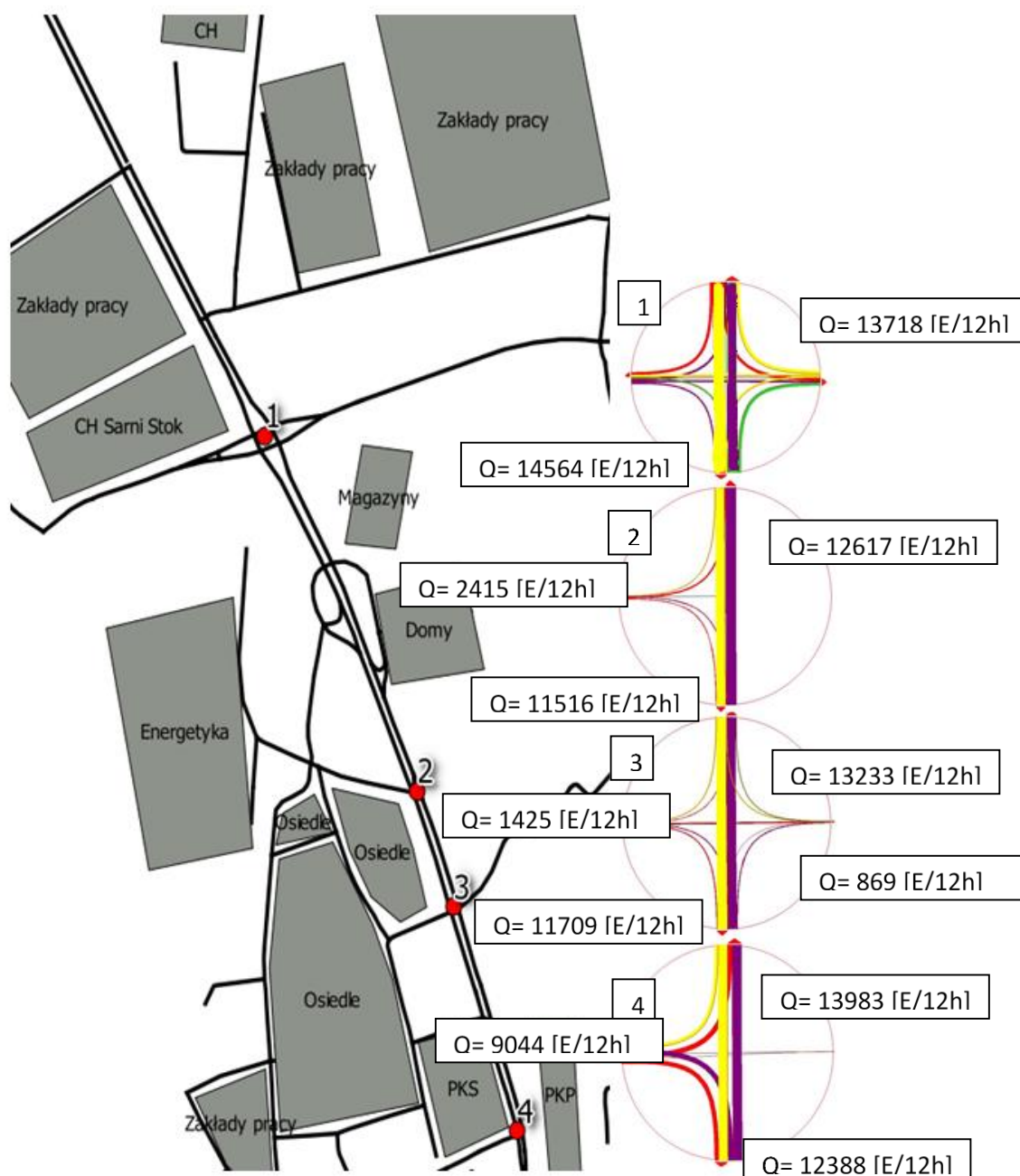
Ostatni zlokalizowany obiekt jest oddalony o 350 m. Znajduje się w bliskim sąsiedztwie: przystanków MZK Bielsko-Biała, postoju taksówek oraz głównych dworców PKP, PKS.



Rys. 1. Lokalizacja wszystkich dróg tranzytowych w mieście Bielsko-Biała wraz z zaznaczonym badanym ciągiem drogowym

Rysunek 1 przedstawia ciągi tranzytowe dla miasta Bielsko-Biała. Wyróżniony fragment przedstawia lokalizację analizowanego ciągu w systemie transportowym. Wybrany odcinek jest jednym z czterech prowadzących z północy (Czechowice, Pszczyna, Tychy, Katowice, Warszawa) na południe (Bystra, Mieszna, Buczkowice, Szczyrk, Wisła, Wilkowice, Łodygowice, Tresna, Żywiec, Korbielów, Zwardoń, Słowacja) miasta, jako jedyny prowadzi przez ściśle centrum miasta.

Rysunek 2 przedstawia rozkład natężenia ruchu wraz z zagospodarowaniem terenu przyległego do analizowanego ciągu skrzyżowań. Prawa strona obrazuje natężenie ruchu w przedziale czasowym od godziny 600-1800 dla analizowanych obiektów w formie kartogramów.



Rys. 2. Lokalizacja analizowanych skrzyżowań oraz ich kartogramy

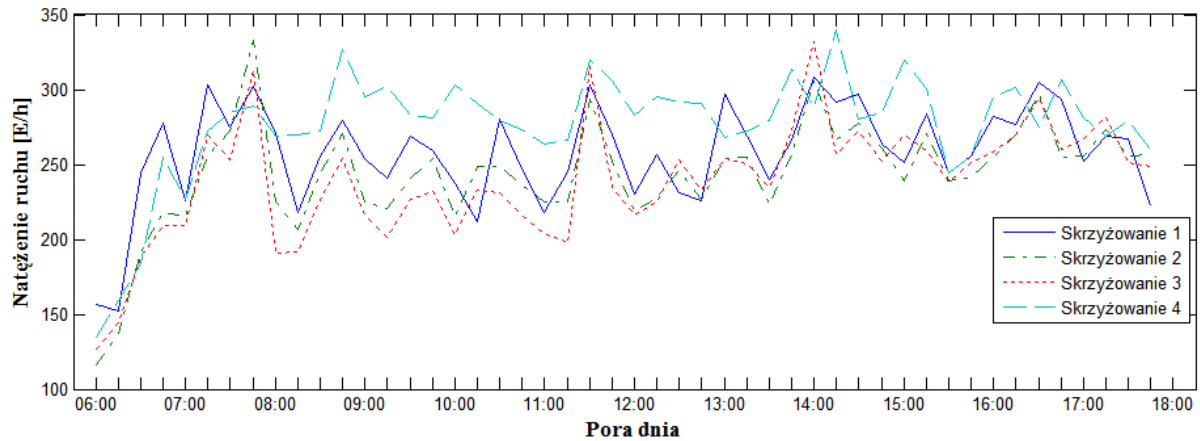
### 3. ANALIZA WYNIKÓW

Wyniki, które są przedmiotem analizy zostały pozyskane z pracy naukowo-badawczej NB-148/RT5/2014. Zwyczajowo zaleca się przeprowadzać badania ruchu drogowego w jednym z trzech dni roboczych: wtorek, środa lub czwartek. Pomiary na wybranych skrzyżowaniach odbyły się równocześnie w jednym dniu (7 października 2014 r. – wtorek). Dodatkowo ważnym kryterium dotyczącym czasu przeprowadzanych badań była pora roku. Wybrany termin pomiarów pozwolił na wykluczenie zaburzeń wyników spowodowanych ruchem turystycznym.

Godziny szczytowe mogą charakteryzować się płaskim lub ostrym przebiegiem w czasie. Znajomość przebiegów jest istotnym elementem w zarządzaniu siecią drogową. Powolne,

stopniowe narastanie natężenia ruchu nie wymaga nagłych zmian w sterowaniu. Nagłe skoki natężenia ruchu na skrzyżowaniach wymagają natomiast radykalnych działań, poprawiających płynność ruchu.

W celu wykonania analiz zestawiono dane dotyczące natężeń ruchu dla wybranego ciągu skrzyżowań. Badając rozkład ruchu w ciągu od strony północnej do południowej wybrano, odpowiadające temu założeniu, sumy natężeń odpowiednich wlotów.

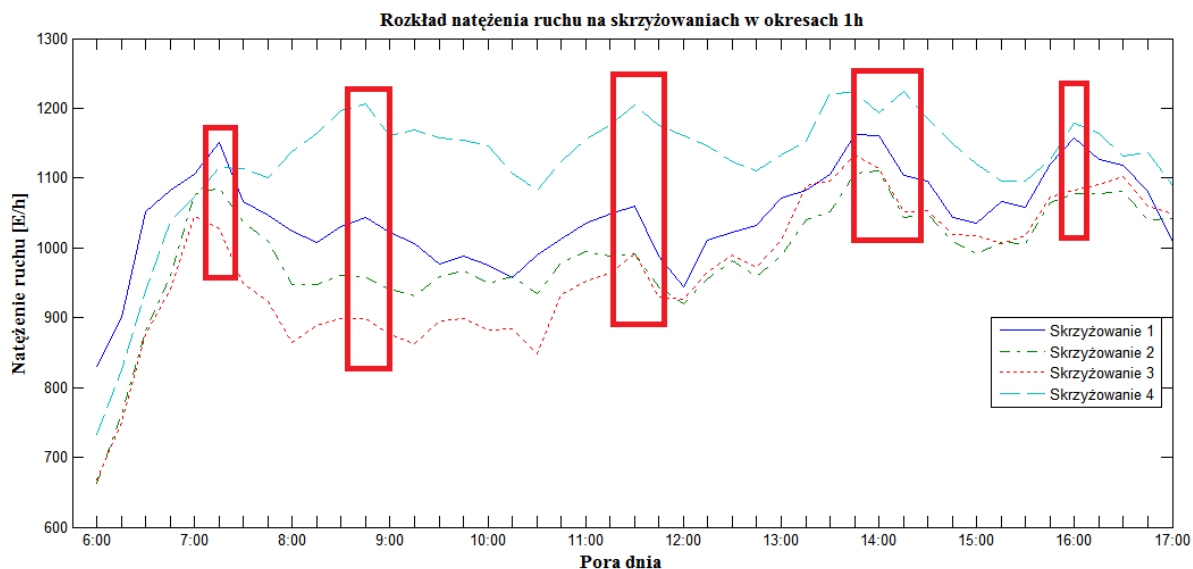


Rys. 3. Rozkład natężenia ruchu na skrzyżowaniach w interwałach 15-minutowych

Tradycyjnie pomiary natężenia wykonuje się z użyciem formularzy pomiarowych z podziałem na interwały 15-minutowe. Zmiana podejścia do wykonywania badań umożliwiłaby dodatkową analizę wpływu cyklu sygnalizacji na rozkład natężenia. W celu pozyskania takich danych należałoby mierzyć ruch pojazdów w interwałach 5-minutowych. Rysunek 3 przedstawia wykres rozkładu natężenia ruchu na skrzyżowaniach w interwałach 15-minutowych. Analiza ta umożliwia sprawdzenie zmian w krótkich odstępach czasu. Pozwala to na oszacowanie wpływu programu sygnalizacji świetlnej na rozładowanie ruchu.

Porównując wykresy widać podobieństwo pomiędzy pierwszymi trzema obiektami. Skrzyżowanie numer cztery przedstawia wzrost natężenia na głównym ciągu. Przyczyną tego jest lokalizacja centrum przesiadkowego. Innym aspektem powodującym opisaną sytuację jest połączenie ulicą Piastowską analizowanego ciągu z równoległą linią ulicy Andersa.

Rysunek 4 przedstawia rozkłady godzin szczytowych dla kolejnych skrzyżowań z krokiem 15-minutowym. Analizując rozkład wraz z kartogramami można również zaobserwować znikomy wpływ osiedla mieszkaniowego na zmiany natężenia ruchu na ciągu drogowym. Oznacza to równomierny rozkład pojazdów w ciągu badanego przedziału czasowego. Odstające wartości dla obiektu numer cztery spowodowane są potokiem, który łączy badany ciąg drogowy z równoległą trasą tranzytową. Analiza wykresów pozwala na identyfikację godzin szczytowych i zagregowanie ich do kategorii przedstawionych w tablicy numer jeden.



Rys. 4. Rozkład natężenia ruchu na skrzyżowaniach w 1h interwałach z krokiem 15-minutowym

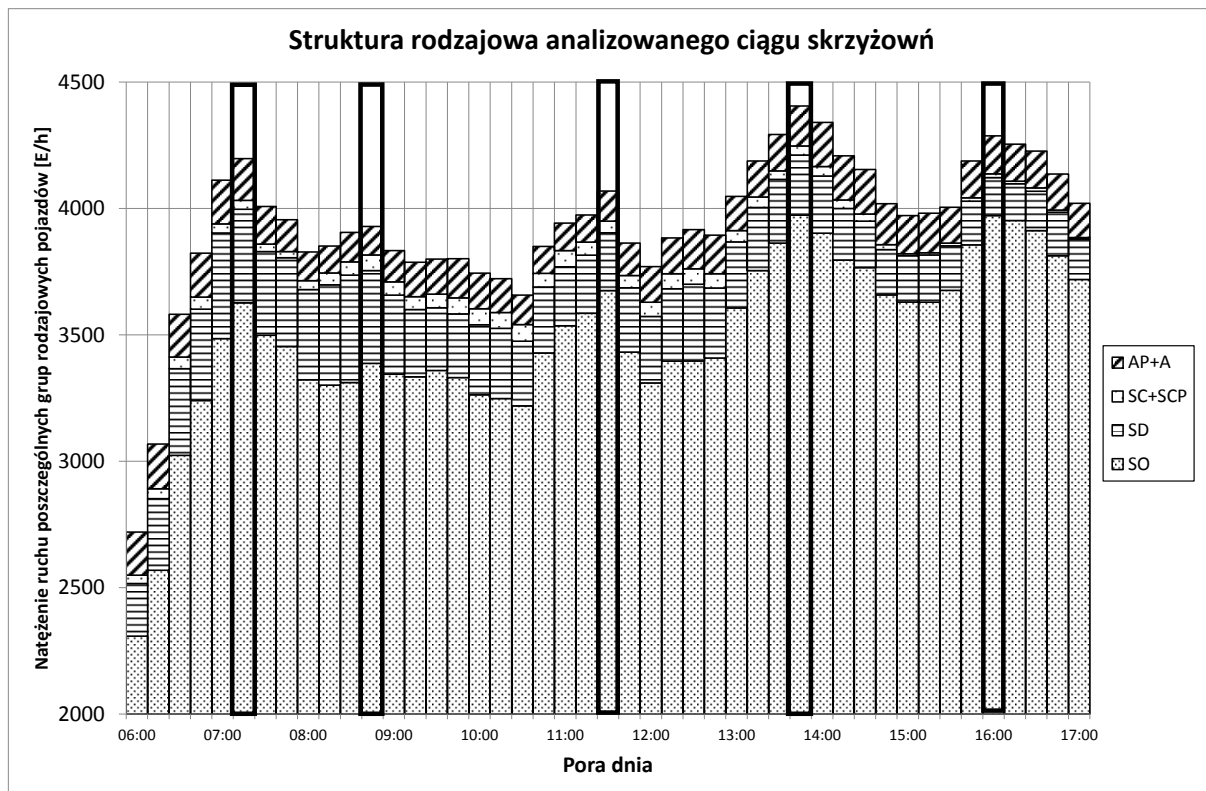
Tabela 1

Godziny szczytowe

Szczyty	Godziny występowania
Szczyt poranny	7:15 – 8:15
Szczyt przedpołudniowy	8:45 – 9:45
Szczyt południowy	11:30 – 12:30
Szczyt popołudniowy	13:45 – 14:45
Szczyt wieczorny	16:00 – 17:00

Tabela 1 przedstawia zidentyfikowane godziny szczytowe dla odpowiednich wlotów (z uwzględnieniem relacji) ciągu z północy na południe miasta. Rozpatrując otrzymane dane wraz z wykresami widać wyraźne występowanie pięciu przedziałów czasowych wzmożonego natężenia ruchu drogowego:

- szczyt poranny odzwierciedla ruch związany z dojazdem do pracy pracowników strefy przemysłowej,
- szczyt przedpołudniowy związany jest z dojazdem pracowników do biur,
- szczyt południowy odzwierciedla ruch z osiedli w stronę centrum, związany z lokalnymi zakupami,
- szczyt popołudniowy reprezentuje dojazdy pracowników zatrudnionych w trybie wielozmianowym (druga zmiana),
- szczyt wieczorny jest związany z dojazdami mieszkańców do wielkopowierzchniowych obiektów handlowych.



Rys. 5. Rozkład struktury rodzajowej ruchu w badanym ciągu drogowym

Rysunek 5 przedstawia rozkład struktury rodzajowej ruchu w badanym ciągu skrzyżowań. Analizując wykres kolumnowy można zaobserwować duży wpływ samochodów osobowych na występowanie godziny szczytowych. Opisywana sytuacja, występująca na badanym ciągu, związana jest z jego lokalizacją, przedstawioną na rysunku 2.

Istotną cechą rozkładu jest również stała liczba pojazdów dostawczych, która występuje do godziny 15:00. Duża liczebność pojazdów opisywanej kategorii jest wynikiem lokalizacji dużej liczby drobnych zakładów przemysłowo-usługowych.

Na przedstawionym wykresie można zaobserwować znikomą liczbę pojazdów ciężarowych. Kierowcy pojazdów wymienionej kategorii w celu pokonania trasy tranzytowej z północy na południe preferują objazd miasta drogą omijającą centrum miasta.

W całym badanym przedziale czasowym występuje zbliżona liczba pojazdów transportu zbiorowego. Jest to spowodowane bliską lokalizacją dworca głównego oraz centralną lokalizacją miasta.

#### 4. PODSUMOWANIE

Zidentyfikowano pięć godzin szczytowych, co pozwala na lepsze odwzorowanie ruchu w ciągu doby niż tradycyjne przedstawienie z użyciem dwóch godzin. Znajomość przebiegu ruchu pozwoli na opracowanie lepszego algorytmu zarządzającego ruchem. Na podstawie danych dotyczących występowania godzin szczytowych można zwiększyć liczbę programów sygnalizacji cyklicznej wieloprogramowej oraz w przypadku sygnalizacji akomodacyjnej ustawić parametry. Dalsze badania nad odcinkiem drogowym mogą uwzględniać kolejne skrzyżowania lub korelację z równoległym ciągiem.



Podziękowanie dla Katedry Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu za udostępnienie danych z raportu III z projektu pod tytułem: „Zintegrowany system zarządzania transportem na obszarze miasta Bielska-Białej etap I – wykonanie modelu ruchu dla miasta Bielsko-Biała”.

## References

1. Brilon Werner. 2010. „Traffic Flow Analysis Beyond Traditional Methods”. *Transportation Research Circular E-C018*: 26-41. ISSN 0097-8515.
2. Datka Stanisław, Wojciech Suchorzewski, Marian Tracz. 1999. *Inżynieria ruchu*. Warszawa: Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. ISBN: 83-206-1293-4. [In Polish: *Traffic engineering*].
3. Dębowska-Mróż Marzena, Edyta Wójcik, Michał Kacprzak. 2012. „Analiza rozkładu natężenia ruchu w układzie ulicznym Radomia”. *Logistyka* 3: 447-458. ISSN: 1231-5478. [In Polish: “Analysis of the distribution of traffic on a street circuit of Radom”].
4. Gaca Stanisław, Wojciech Suchorzewski, Marian Tracz. 2008. *Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka*. Warszawa: Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. ISBN 978-83-206-1888-4. [In Polish: *Traffic engineering. Theory and practice*].
5. Kruszyna Maciej. 2014. „Modelowanie podróży do centralnego miasta aglomeracji z otaczających go miejscowości”. *Zeszyty NT SITK-RP O 1*: 205-214. ISSN 1231-9171 [In Polish: “Modelling of travel to agglomeration’s central city from surrounding villages”].
6. Sasaki Masashi, Takashi Nagatani. 2003. “Transition and saturation of traffic flow controlled by traffic lights”. *Statistical Mechanics and its Applications* 325: 531-546. ISSN 0378-4371.

Received 23.08.2015; accepted in revised form 28.11.2015



Scientific Journal of Silesian University of Technology Series Transport is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License