

Diana MŁODZINSKA, Emilia SZUMSKA, Rafał JURECKI

## ANALIZA PŁYNNOŚCI RUCHU NA DROGACH DOJAZDOWYCH DO KIELC

### Streszczenie

Z uwagi na utrzymujący się wzrost gospodarczy w Polsce, coraz więcej rodzin posiada nie jeden, a kilka samochodów. Co więcej, te samochody nie są prawidłowo wykorzystywane, bowiem podróżuje nimi nie pięć lecz często jedna osoba. Powoduje to wzrost liczby pojazdów na polskich drogach, szczególnie dotkliwie odczuwany w miastach. Codzienne podróżowanie do pracy, jak i powroty do domu zajmują dużo czasu. Kierujący pojazdami znając trasę i punkt docelowy są w stanie unikać zatorów drogowych, poprzez wybór tras alternatywnych. W artykule wykonano charakterystykę pięciu głównych tras dojazdowych łączących stolicę świętokrzyskiego w kierunku takich miast jak Warszawa, Łódź, Kraków, Tarnów i Opatów. Przeprowadzono analizę wpływu pory dnia na średnią prędkość jazdy i czas podróży na drogach dojazdowych do centrum Kielc. Płynność ruchu określana między innymi wartością średniej prędkości na poszczególnych odcinkach, zależy m.in. od rodzaju drogi i pory dnia. „Najwolniejszymi” drogami dojazdowymi do Kielc okazały się kierunki: Kielce – Warszawa i Kielce – Łódź.

### WSTĘP

W styczniu 2015 roku rozpoczął się Generalny Pomiar Ruchu 2015, podczas którego odbywa się liczenie pojazdów uczestniczących w ruchu. Pomiar ten jest realizowany w wybranych 9 dniach całego roku. Ostatnie pomiary odbędą się w grudniu bieżącego roku, a ostateczne wyniki zostaną podane w 2016 roku. Pomiar w województwie świętokrzyskim wykaże średnie natężenie ruchu pojazdów na dobę na określonych odcinkach, z uwzględnieniem na przykład kategorii dróg, kategorii pojazdów oraz okresów w ciągu roku czy w ciągu doby. Badania te mogą posłużyć do obserwacji i prognozowania wzrostu natężenia ruchu [3,5].

Obecnie są dostępne wyniki badań z 2010 roku. Wedle nich średnie natężenie ruchu na świętokrzyskich drogach krajowych wyniosło około 8,5 tysiąca pojazdów na dobę i zanotowano wzrost o 29 procent względem 2005 roku [4]. Z uwagi na utrzymujący się wzrost gospodarczy w Polsce i wzrost liczby pojazdów, w 2015 roku prawdopodobnie odnotujemy dalszy wzrost natężenia ruchu na świętokrzyskich drogach. Według GUS w 2011 roku w województwie świętokrzyskim na 1000 ludności przypadło 29 motocykli, 441 samochody osobowe i 94 samochody ciężarowe łącznie z ciągnikami siodłowymi [1,4].

Każdy z kierowców niezależnie od pojazdu jakim się porusza – własnym autem, taksówką czy też autobusem, pokonuje każdego dnia pewne własne trasy do pracy, do szkoły, na zakupy, do domu itp. Codzienne podróżowanie zajmuje niestety dużo czasu. Kierujący pojazdami znając trasę, punkt docelowy są w stanie unikać zatorów drogowych, poprzez wybór tras alternatywnych [6,8]. Celem niniejszej publikacji jest określenie wpływu pory dnia na średnią prędkość i czas podróży na drogach dojazdowych do centrum Kielc [2,7].

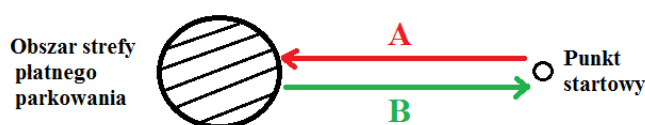
### 1. OPIS BADAŃ

Badania pojazdem testowym Ford Transit (typ silnika: 2 198cm<sup>3</sup>, 125 KM, 92kW) będącym na wyposażeniu Laboratorium Samochodów i Ciągników Politechniki Świętokrzyskiej, przeprowadzono w miesiącu lipcu na wybranych drogach dojazdowych do Kielc. Samochód badawczy wyposażony był w system pomiarowy oparty na technologii GPS - CDS - GPS Data Logger™, dzięki któremu moż-

liwa była rejestracja prędkości jazdy w funkcji czasu i przebytej drogi.

Trasa odcinka badawczego składała się z dwóch elementów składowych (rys. 1):

- odcinka dojazdowego o długości 10km, mierzonego od punktu startowego do drogi wokół granicy strefy płatnego parkowania,
- odcinka wyjazdowego (o tej samej długości) z drogi wokół strefy płatnego parkowania do punktu startowego.



Rys. 1. Schemat odcinka badawczego, gdzie: A- dojazdu do drogi wokół strefy płatnego parkowania, B - wyjazd z drogi wokół strefy płatnego parkowania

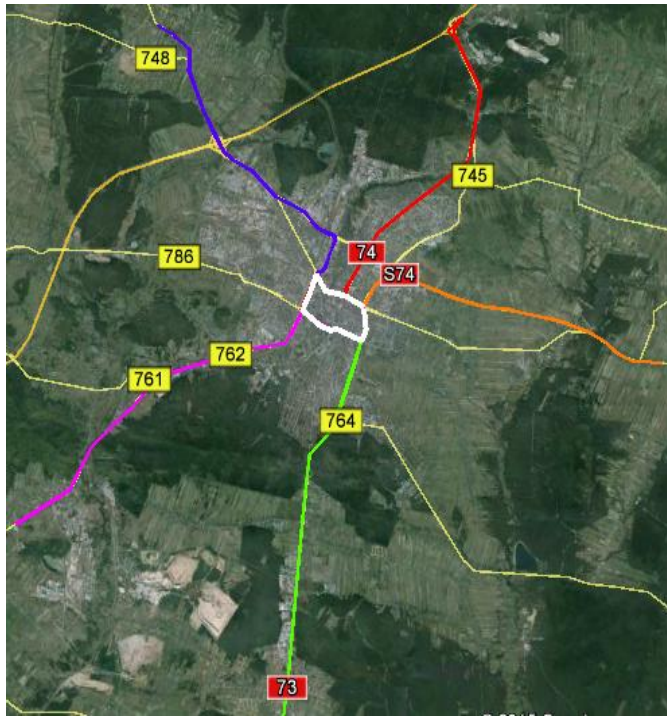
W czasie badań realizowanych z wykorzystaniem pojazdu badawczego Ford Transit wyposażonego w specjalistyczną aparaturę dokonywano pomiarów mających na celu wyznaczenie:

- czasu przejazdu każdego z fragmentów odcinka badawczego,
- prędkości średniej na każdym z fragmentów odcinków badawczych.

Badania każdorazowo rozpoczynano w punktach startowych w różnych porach dnia:

- wcześniej rano o godzinie 7.00,
- o godzinie 9.00,
- wczesnym przedpołudniem (o godz. 11.00),
- w godzinach szczytu komunikacyjnego o godz. 15.00,
- późnym popołudniem o godzinie 18.00,
- wieczorem o 20.00.

Jako odcinki badawcze wytypowano trasy dojazdowe do Kielc zaprezentowane kolorami na rysunku 2. W badaniach wybrano najczęściej wykorzystywane przez kierowców odcinki dojazdowe w kierunkach łączących stolicę województwa świętokrzyskiego z Warszawą, Łodzią, Krakowem, Tarnowem i Opatowem.



Legenda

Kolor	Trasa	oznaczenie
Czerwony	Kielce – Warszawa	częściowo 73
Niebieski	Kielce – Łódź	74
Różowy	Kielce- Kraków	762
Zielony	Kielce – Tarnów	73
Pomarańczowy	Kielce – Opatów	S7, 74

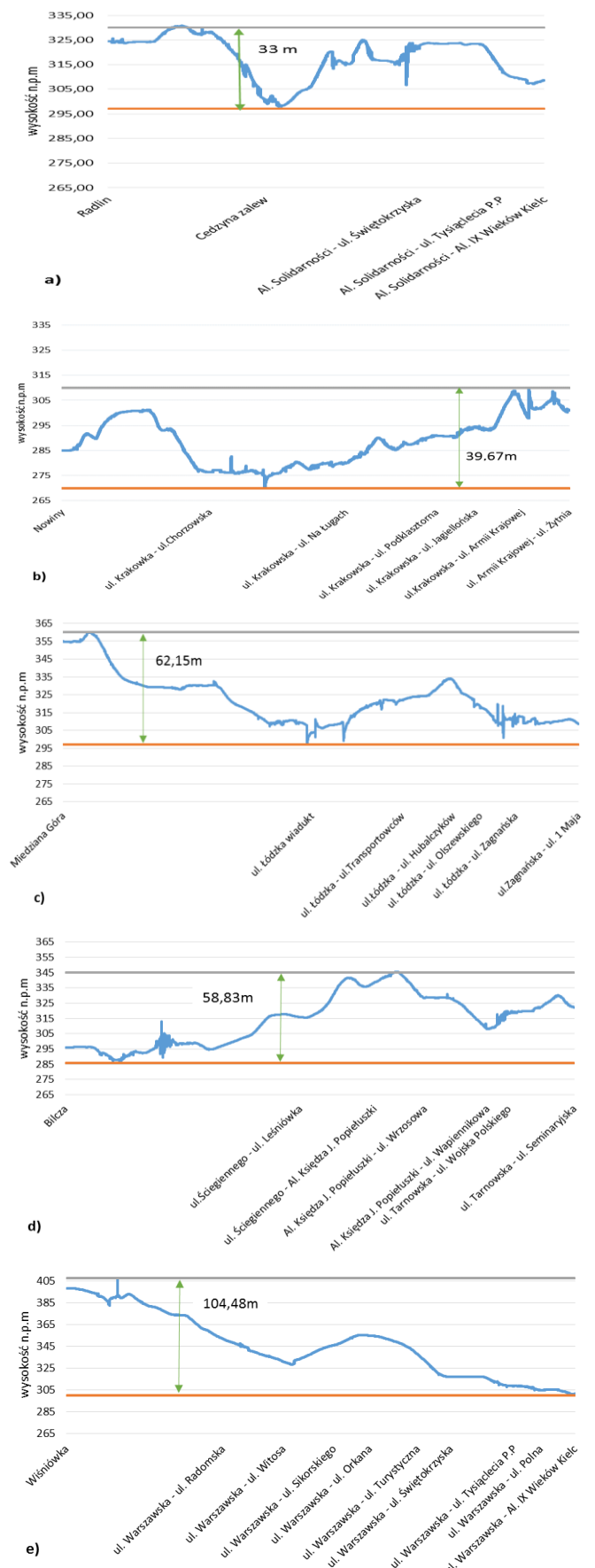
Rys. 2. Mapa poglądowa odcinków badawczych wokół Kielc (źródło własne na podstawie map Google Earth)

Na rysunku 3 przedstawiono ukształtowanie dróg, na których zostały przeprowadzone badania. Wyznaczone trasy dojazdowe charakteryzowały się dużymi różnicami poziomów. Kierunek Kielce - Opatów miał najmniejszą różnicę wysokości terenu sięgającą 33m. Kierunek Kielce - Kraków posiadał różnicę poziomów 39,67m, zaś kierunek Kielce – Tarnów już ponad 58m. Najwyższą różnicą poziomów zanotowano na kierunku Kielce – Warszawa, która wyniosła blisko 105m.

Odcinki badawcze cechowały się zmiennymi wartościami nachyleń profilu drogi przedstawionymi w tabeli 1. Najwyższe nachylenia profilu drogi zanotowano na drodze w kierunku Krakowa i Warszawy. Najmniejsze w kierunku Opatowa (droga ekspresowa S74) i Tarnowa.

Tab. 1. Nachylenie profilu drogi (na podstawie map Google Earth)

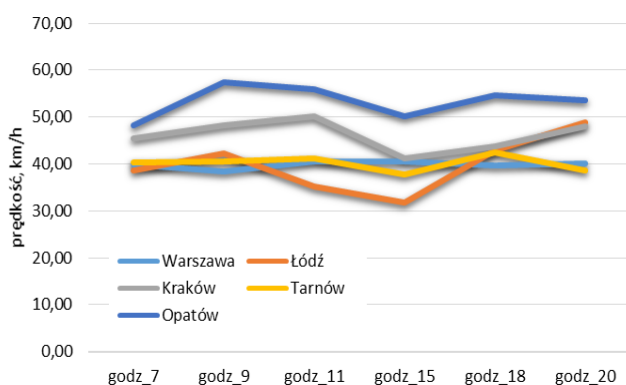
Kierunek	Maksymalne nachylenie	Średnie nachylenie
Warszawa - Kielce	8,8% -7,6%	1,9% -1,5%
Łódź - Kielce	5,1% -5,1%	1,6% -1,5%
Kraków - Kielce	12,1% -11,7%	1,3% -1,2%
Tarnów - Kielce	4,6% -4,6%	1,1% -1,0%
Opatów - Kielce	5,1% -4,4%	1,1% -1,1%



Rys. 3. Różnice wysokości terenu na badanych trasach: a) Opatów, b) Kraków, c) Łódź, d) Tarnów, e) Warszawa

## 2. WYNIKI BADAŃ

Na rysunku 4 przedstawiono średnią prędkość uzyskiwaną na odcinkach dojazdowych A. Jak można zauważyć średnia prędkość uzyskana podczas dojazdu do drogi wokół strefy płatnego parkowania (czyli centrum miasta Kielce) jest zróżnicowana. Średnia prędkość niezależnie od pory jazdy jest najwyższa dla kierunku Opatów – Kielce i jest uzależniona przede wszystkim od jakości drogi na danej trasie i wartością dopuszczalnych prędkości na niej obowiązujących. Osoby dojeżdżające ze wschodu do Kielc z kierunku Opatowa mogą korzystać z drogi ekspresowej S74, na której prędkość dopuszczalna wynosi 120 km/h. Co warto podkreślić najwyższe prędkości dojazdowe na tym odcinku zanotowano o godzinie 9.00 zaś najniższe o 07.00 i 15.00. Godziny te to pory rannego i popołudniowego szczytu komunikacyjnego.



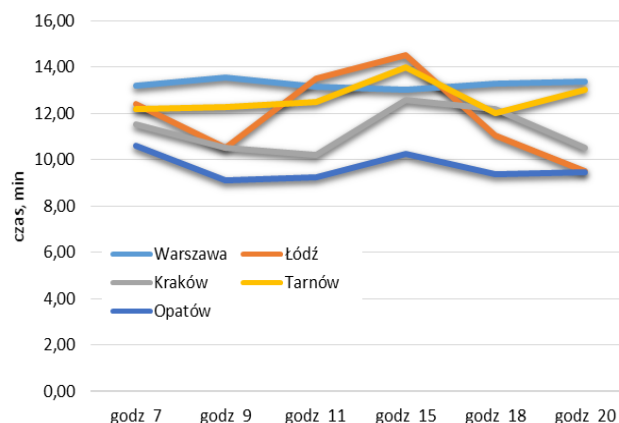
**Rys. 4.** Średnia prędkość uzyskana podczas dojazdu do drogi wokół strefy płatnego parkowania

Kierunek południowy Kielce - Kraków również charakteryzuje się stosunkowo wysoką prędkością dojazdową, choć można zauważyć pewne wahania związane z porą dnia. Droga dojazdowa z tego kierunku charakteryzuje się tym, że występują na niej drogi dwujezdniowe jednokierunkowe o dopuszczalnej prędkości (na przeważającym odcinku) w wysokości 70km/h. W odróżnieniu jednak do wcześniej analizowanego kierunku Kielce - Opatów najwyższe średnie prędkości dojazdowe uzyskano o godzinie 11.00 najniższe zaś, dla początku szczytu komunikacyjnego - godziny 15.00. Stosunkowo najmniej zmieniające się wartości prędkości dojazdowych zanotowano dla kierunku Kielce - Warszawa. Średnia prędkość dla tego kierunku niezależnie od pory dnia wynosi około 40km/h.

Najniższe wartości średniej prędkości dojazdowej do centrum miasta zanotowano na kierunku Kielce - Tarnów oraz Kielce - Łódź. Badania na kierunku Kielce - Tarnów realizowane były w miesiącu lipcu w okresie finalizacji gruntownej przebudowy drogi krajowej 73. W związku z tym obowiązywało na tym odcinku ograniczenie nie 70km/h jak jest obecnie, ale 40km/h. Dodatkowo poruszające się maszyny budowlane dodatkowo ograniczały płynność ruchu. W godzinach 10.00 - 16.00 najniższe wartości dojazdowe zanotowano dla trasy Kielce - Łódź. Średnia prędkość na tym odcinku spadała do poziomu 30 km/h. Działo się tak pomimo niedawnej modernizacji wielopoziomowego skrzyżowania drogi S7 z drogą krajową 74, gdyż przepustowość ulicy Łódzkiej po zawężeniu drogi do jednego pasa aż do skrzyżowania z ulicą Ponurego Piwnika jest niewystarczająca i powoduje powstawanie zatorów.

Średnia prędkość dojazdu do centrum miasta przedstawiona na rysunku 4 przekłada się na czas dojazdu – rysunek 5. Wśród wielu użytkowników pojazdów jest to podstawowy parametr warunkujący wybór trasy dojazdu. To jak szybko można dostać się do centrum miasta stanowi również bardzo ważny aspekt jeśli chodzi o

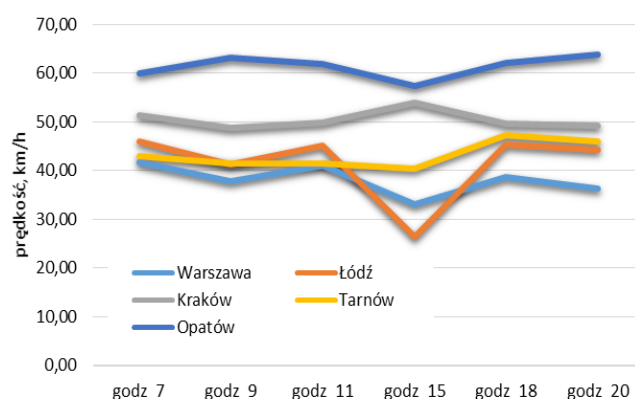
wyбір np. miejsca zamieszkania. Droga ekspresowa S7 w kierunku Opatowa skróciła czas dojazdu do centrum Kielc do około 9 minut, podczas gdy czas dojazdu z kierunku Warszawy był dłuższy o ponad 50%.



**Rys. 5.** Czas dojazdu do drogi wokół strefy płatnego parkowania

Na rysunku 6 przedstawiono średnią prędkość uzyskaną na odcinkach B - podczas wyjazdu ze strefy płatnego parkowania aż do osiągnięcia punktu startowego.

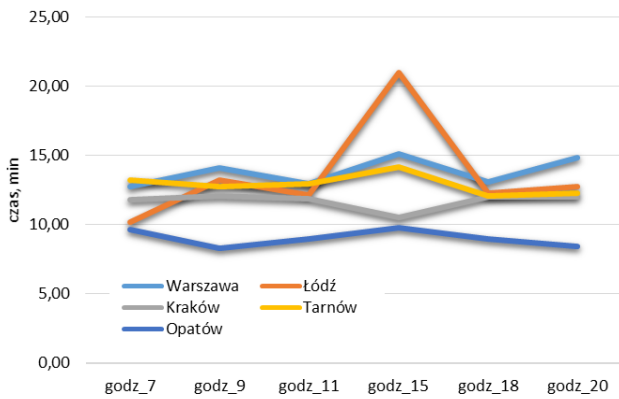
Uzyskane średnie prędkości na odcinku B osiągają różne wartości. Najwyższą prędkość zanotowano na kierunku Kielce – Opatów, a w porównaniu do odcinka A (kierunek przeciwny) wartości te były jeszcze wyższe. Tylko o godzinie 15.00 prędkość średnia na tym kierunku spadła poniżej 60km/h. Analizując przejazdy na kierunku Kielce - Kraków wartości średniej prędkości oscylują wokół 50 km/h, przy czym jedynie o godzinie 15.00 wartość ta osiągnęła poziom 55 km/h. Na kierunku Kielce - Tarnów przez przeważającą część dnia prędkość średnia jazdy to 40 km/h, dopiero po godzinie 18.00 wzrasta ona nieznacznie. Gwałtowne zmniejszenie się prędkości średniej notowane jest na kierunku łódzkim około godziny 15.00 i wtedy prędkość wyjazdowa jest najmniejsza około 26 km/h.



**Rys. 6.** Średnia prędkość uzyskana podczas wyjazdu z centrum miasta

Wartość osiąganej prędkości średniej i w tym przypadku również oddziałuje na czas przejazdu przez analizowany odcinek - rysunek 7. Czas przejechania odcinka 10 km na kierunku Kielce - Opatów wynosi około 8 minut. Gwałtowny spadek prędkości wyjazdowej na odcinku łódzkim o godzinie 15.00 powoduje, że pokonanie odcinka testowego w kierunku łódzkim trwa aż 21 minut.





**Rys. 7.** Czas przejazdu uzyskany podczas wyjazdu z centrum miasta

## WNIOSKI

Analizując prezentowane wyniki można stwierdzić, że czas dojazdu i wyjazdu z centrum miasta z różnych kierunków różni się znacząco. Można zatem zadać pytanie co jest tego powodem? Czy ukształtowanie dróg, istniejąca infrastruktura drogowa powoduje, że płynność ruchu jest większa lub mniejsza? Analizując uzyskane wyniki można bez wątpliwości stwierdzić, że rodzaj i standard dróg znacząco wpływa na średnie prędkości dojazdowe. Poza kierunkiem Kielce - Opatów, gdzie odcinek badawczy przebiegał głównie po drodze ekspresowej, na pozostałych kierunkach znajdowały się zarówno drogi dwujezdniowe, jak i jednojezdniowe dwukierunkowe. Najdłuższe czasy dojazdu zanotowano z kierunków Warszawy i Łodzi. Pomimo realizacji inwestycji drogowych w tamtych regionach, to jednak wciąż znajdują się tam „wąskie gardła” spowalniające ruch. Czas dojazdu z określonego kierunku może zależeć również od liczby skrzyżowań, w tym skrzyżowań z sygnalizacją świetlną (Tabela 2) i ich przepustowością. Prawidłowa organizacja sygnalizacji np. synchronizacja świateł tzw. zielona linia być może poprawić płynność ruchu. Najwięcej takich skrzyżowań znajduje się na trasie w kierunku Warszawy i Łodzi.

**Tab. 2.** Liczba skrzyżowań z sygnalizacją świetlną na badanym odcinku

Trasa - kierunek	Liczba skrzyżowań
Kielce – Warszawa	6
Kielce – Łódź	5
Kielce - Kraków	4
Kielce – Tarnów	4
Kielce - Opatów	3

Inną z przyczyn różnic w szybkości przejazdu na odcinkach dojazdowych może być również różne natężenie ruchu na tych odcinkach. Pomimo, że nie są znane najnowsze dane, to jednak bazując na danych z roku 2010 (tabela 3) widać, że najbardziej obciążonymi odcinkami dróg były kierunki warszawski i łódzki.

**Tab. 3.** Natężenie ruchu na drogach krajowych łączących Kielce z innymi aglomeracjami (dane na rok 2010) [3]

Trasa	Natężenie ruchu, pojazd/dobę
Kielce – Warszawa	21 tys.
Kielce – Łódź	22 tys.
Kielce - Opatów	19 tys.
Kielce - Kraków	17 tys.
Kielce – Tarnów	17 tys.

Analizując kierunek dojazdu do centrum Kielce - Opatów można zauważyć, że pomimo znaczącego obciążenia tego kierunku, to dojazd do centrum Kielce jest najkrótszy. Warto więc podkreślić jak ważnym w poprawie płynności ruchu jest poprawa infrastruktury drogowej.

Na podstawie prezentowanych wyników można podkreślić, że na płynność i szybkość ruchu pojazdów na odcinkach dojazdowych wpływ ma wiele czynników np. rodzaj drogi. Na niektórych kierunkach dojazdowych można zauważyć duże wahania a równie ważnym czynnikiem wpływającym na prędkość dojazdową do centrum miasta jest pora dnia.

## BIBLIOGRAFIA

1. Dębowska-Mróż M., Wójcik E., Kacprzak M., *Analiza rozkładu natężenia ruchu w układzie ulicznym Radomia*. Logistyka 2012, nr 3.
2. Gaca S., *Badania prędkości pojazdów i jej wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego*. Zeszyty Naukowe Politechniki Krakowskiej, seria Inżynieria Lądowa nr 75, Kraków 2002.
3. <http://www.gddkia.gov.pl/pl/987/gpr-2010>
4. [http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/TL\\_transport\\_drogowy\\_2010-2011.xls](http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/TL_transport_drogowy_2010-2011.xls)
5. Koźlak A., *Kierunki zmian w planowaniu rozwoju transportu w miastach jako efekt dążenia do zrównoważonego rozwoju*, Transport Miejski i Regionalny 2009, 7-8.
6. Młodzińska D., Szumska E., Jurecki R., *The drives behaviour in various traffic condition*. Transcom 2015, 22-24 June 2015, Section 1, 100-105.
7. Rosik P., Śleszyński P., *Wpływ zaludnienia w otoczeniu drogi, ukształtowania powierzchni terenu oraz natężenia ruchu na średnią prędkość jazdy samochodem osobowym*. Transport Miejski i Regionalny 2009, nr 10, 26-31.
8. Szumska E., Młodzińska D., Jurecki R., *The vehicle parameters in different traffic conditions*. Transcom 2015, 22-24 June 2015, Section 1, 157-162.

## ANALYSIS OF THE TRAFFIC FLOW ON THE ENTRANCE ROADS TO KIELCE

### Abstract

Following economic growth in Poland, more and more families have not one, but several cars. What's more, the car is used not by five but by one person. So that we have an increase in the number of cars on Polish roads. Everyday plenty of people travel to the work and return homes and it takes a lot of time. Some people who travel the same road everyday know how to avoid traffic jams, by choosing alternative routes. The paper describes the impact of the time of the day on the average speed and the journey time of five main entrance roads to the Kielce from Warszawa, Łódź, Kraków, Tarnów and Opatów. We observed that the travel time and average speed depend on the time of the day, the number of crossroads with traffic lights and traffic flow. Kielce - Warszawa and Kielce - Łódź

*turned out to be the worst roads.*

Autorzy:

mgr inż. **Diana Młodzińska** – asystentka, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce, e-mail: dmlodzinska.@tu.kielce.pl

mgr inż. **Emilia Szumska** – asystentka, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce, e-mail: eszumska.@tu.kielce.pl

dr inż. **Rafał Jurecki** – adiunkt, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce, e-mail: rjurecki@tu.kielce.pl

**W badaniach wykorzystano aparaturę naukowo-badawczą zakupioną w ramach projektu LABIN – Wsparcie Aparaturowe Innowacyjnych Laboratoriów Naukowo – Badawczych Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach projekt nr POPW.01.03.00-26-016/09 współfinansowany przez Unię Europejską Program Operacyjny Rozwój Polski Wschodniej 2007-2013 Oś Priorytetowa I Nowoczesna Gospodarka Działanie I.3 Wspieranie innowacji.**

**W badaniach wykorzystano aparaturę naukowo-badawczą zakupioną w ramach projektu WND-RPSW.02.01.00-26-010/11 „Ruchome laboratorium badań bezpieczeństwa i własności dynamicznych pojazdów samochodowych” współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, w ramach Działania 2.1 Rozwój innowacji, wspieranie działalności dydaktycznej i badawczej szkół wyższych oraz placówek sektora „badania i rozwój”, Osi 2 „Wsparcie innowacyjności, budowa społeczeństwa informacyjnego oraz wzrost potencjału inwestycyjnego regionu” Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa świętokrzyskiego na lata 2007-2013.**