

Krzysztof Małecki

System do modelowania ekonomicznych aspektów przepisów ruchu drogowego na skrzyżowaniu o ruchu okrężnym

Ekonomiczne Problemy Usług nr 87, 433-442

2012

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

KRZYSZTOF MAŁECKI

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

SYSTEM DO MODELOWANIA EKONOMICZNYCH ASPEKTÓW PRZEPISÓW RUCHU DROGOWEGO NA SKRZYŻOWANIU O RUCHU OKRĘŻNYM

Wprowadzenie

Intensywny rozwój motoryzacji i wzrastające natężenie ruchu drogowego zmuszają do ulepszania istniejących oraz szukania nowych rozwiązań dotyczących poprawy organizacji ruchu drogowego. Cenionym rozwiązaniem poprawiającym w znacznym stopniu przepustowość ruchu jest skrzyżowanie o ruchu okrężnym, popularnie zwane rondem. Składa się ono z placu w kształcie koła lub w kształcie zbliżonym do koła, okolonego drogą jednokierunkową, do której dochodzą promienie drogi. Swoją konstrukcją ogranicza prędkość jazdy oraz zapewnia kierującą lepszą widoczność, co znacznie podnosi poziom bezpieczeństwa. Według danych statystycznych na skrzyżowaniach o ruchu okrężnym występuje 5 razy mniej wypadków niż na innych skrzyżowaniach, a liczba ofiar śmiertelnych zmniejsza się o ponad 95%.

Jednakże zaobserwować można, iż skrzyżowanie o ruchu okrężnym sprawia uczestnikom ruchu wiele trudności. Powodem występowania takich sytuacji jest brak jasnych regulacji prawnych określających zasady poruszania się na rondach. Niejednoznaczność przepisów powoduje, że instruktorzy szkół nauki jazdy uczą kursantów w odmienny sposób, co w dalszej konsekwencji powoduje różne zachowania kierowców na tego typu skrzyżowaniach.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wpływu regulacji prawnych na ekonomiczne aspekty przeciętnego użytkownika pojazdu. Aby to osiągnąć, autor opracował program do symulacji okrężnego ruchu drogowego i wykonał badania dotyczące czasu przebywania na rondzie w zależności od zastosowanych przepi-

sów¹. Zwiększony czas przebywania na rondzie jest jednym z wielu czynników powodujących niezadowolenie uczestników ruchu (w kontekście zwiększonego zużycia paliwa, a co za tym idzie, większych wydatków). W skali pojedynczego pojazdu i pojedynczej sytuacji być może nie ma to większego znaczenia, ale należałoby poczynić obliczenia dla mieszkańców dzielnicy, miasta czy całego kraju.

1. Określenie przedmiotu badań

Przedmiotem badań jest skrzyżowanie o ruchu okrężnym znajdujące się w Szczecinie u zbiegu ulicy ks. Piotra Skargi, alei Wyzwolenia, ulic Stanisława Staszica oraz ks. Hugona Kołłątaja.



Rys. 1. Plan sytuacyjny badanego obszaru (z zaznaczoną numeracją dróg wykorzystywaną w dalszej części niniejszego artykułu).

Źródło: program nawigacyjny Automapa.

Skrzyżowanie posiada dwa pasy ruchu i skupia pięć dróg dojazdowych w następującej konfiguracji (numeracja zgodna z rysunkiem 1),

¹ Ustawą regulującą przepisy poruszania się w ruchu drogowym jest ustawa Prawo o ruchu drogowym (DzU 05.108.908) wprowadzona 20 czerwca 1997 roku i potocznie zwana „kodeksem drogowym”.

- jeden pas zjazdowy i dwa pasy wjazdowe,
- dwa pasy zjazdowe i dwa pasy wjazdowe,
- dwa pasy zjazdowe i dwa pasy wjazdowe,
- jeden pas zjazdowy i dwa pasy wjazdowe,
- jeden pas zjazdowy i dwa pasy wjazdowe.

2. Krótkie przedstawienie opracowanego systemu

Opracowane oprogramowanie umożliwia przeprowadzenie symulacji ruchu na skrzyżowaniu o ruchu okrężnym. Użytkownik ma możliwość określenia parametrów ronda, a także zasad na nim panujących. Program podzielony jest na dwie części: nawigacyjną oraz wizualną. System posiada wiele opcji i parametrów, których ustawienie ma wpływ na przebieg symulacji. Wynik symulacji zapisywany jest do pliku tekstowego, a zawarte są w nim dane (np. czas trwania symulacji, liczba samochodów na rondzie, liczba pojazdów, które w momencie zakończenia symulacji znajdowały się na rondzie, i wiele innych) można, w dalszej kolejności, wykorzystać do analizy ruchu, wyznaczenia trendów itd. Więcej na temat aplikacji można przeczytać w artykule *The Effectiveness of Lane Selection in Roundabout*².

3. Określenie wybranych parametrów opracowanego systemu umożliwiających badanie czasu pobytu pojazdów na skrzyżowaniu o ruchu okrężnym

Opracowany system umożliwia określenie (wagowo) udziału kierowców wjeżdżających danym wlotem na rondo względem wszystkich wlotów. Możliwe także jest określenie dla każdego z wlotów liczby pojazdów (wagowo) zmierzających do konkretnego wylotu. Dzięki temu możliwe jest symulowanie rzeczywistego poruszania się pojazdów na rondzie. W programie dostępna jest opcja „Procent samochodów wjeżdżających na rondo na zewnętrzny pas”, która określa procentowy udział aut, które bez względu na docelowy zjazd poruszają się po zewnętrznym pasie ronda. Zmiana tego parametru wykaże, przy jakiej wartości czas pobytu na rondzie będzie najdłuższy. Wartość 0% (symulacja 1, tabela 3) określa, że wszystkie auta poruszają się według następujących zasad:

- jeżeli kierujący pojazdem ma zamiar opuścić rondo pierwszym, najbliższym wlotem, to musi zająć zewnętrzny pas, wjeżdżając na rondo;
- jeżeli kierujący pojazdem ma zamiar opuścić je innym niż najbliższym wlotem, to powinien zająć wewnętrzny pas, wjeżdżając na rondo. Zbliżając

² K. Małecki, J. Wątróbski, *The Effectiveness of Lane Selection in Roundabout*, Metody Informatyki Stosowanej 2009, nr 3.

się do właściwego wylotu powinien tuż po minięciu ostatniego wylotu poprzedzającego wylot docelowy zmienić pas na zewnętrzny (oczywiście manewr ten powinien być zasygnalizowany).

Natomiast wartość ustawiona na 100% (symulacja 2, tabela 4) oznacza, że wszyscy uczestnicy ruchu poruszają się zewnętrznym pasem bez względu na zjazd, którym zamierzają opuścić skrzyżowanie.

Kolejna opcja, „Prawy pas ronda dla zjeżdżających w najbliższy wylot”, określa zewnętrzny pas ronda jako służący tylko i wyłącznie do zjazdu w najbliższy wylot. Dzięki zastosowaniu tej opcji pojazdy znajdujące się na środkowym pasie ronda mają możliwość bezpośredniego zjazdu z niego. Zastosowanie tej opcji uniemożliwia określenie wartości dla opcji „Procent samochodów wjeżdżających na rondo na zewnętrzny pas”, ponieważ prawy pas będą zajmować tylko pojazdy zjeżdżające najbliższym wylotem.

4. Badania eksperymentalne

Obie symulacje uwzględniające wyżej omówione zasady zostały przeprowadzone celem pozyskania materiału do porównania, a wyniki przedstawione w prezentowanych tabelach i na rysunkach.

Ilościowy aspekt symulacji (liczba pojazdów wjeżdżających i zjeżdżających na skrzyżowanie z poszczególnych ulic) prezentują tabele 1 i 2.

Tabela 1

Liczba pojazdów wjeżdżających z poszczególnych kierunków

Nr wjazdu	Pojazdy wjeżdżające	Waga (%)
1	160	12,62
2	220	17,35
3	392	30,91
4	208	16,40
5	288	22,71
suma	1268	100,00

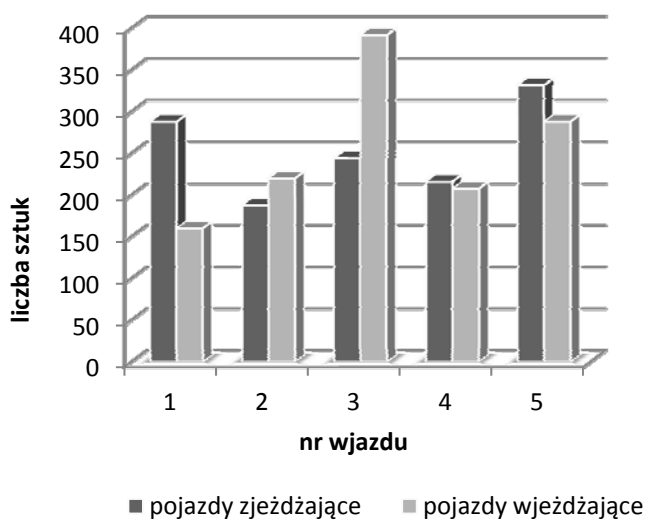
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2

Liczba pojazdów zjeżdżających w poszczególne kierunki

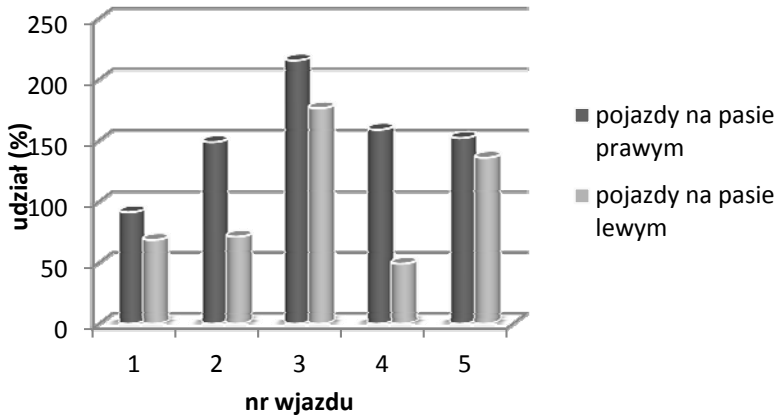
Nr zjazdu	Pojazdy zjeżdżające	Waga (%)
1	288	22,71
2	188	14,83
3	244	19,24
4	216	17,03
5	332	26,18
suma	1268	100,00

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Stosunek samochodów wjeżdżających do samochodów zjeżdżających na poszczególnych zjazdach

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3. Charakterystyka zajmowania możliwych pasów wjazdowych na poszczególnych wlotach

Źródło: opracowanie własne.

Otrzymane wyniki dowodzą, iż zmiana zasad regulujących poruszanie się na rondzie ma znaczący wpływ na średni czas pobytu pojazdu na takim skrzyżowaniu. W dalszej konsekwencji ma to wpływ np. na wydatki poniesione na paliwo, co przy stale rosnącej cenie jest znaczącym elementem kosztowym wśród wydatków miesięcznych każdego użytkownika pojazdu.

Analizując szczegółowo drugą symulację, można zauważyć, że samochody, wjeżdżając na skrzyżowanie, ustawiały się głównie na lewym pasie wjazdowym. Wynikiem czego pojazdy mające zamiar skręcić w najbliższy wyjazd mogły szybko opuścić skrzyżowanie, nie czekając w kolejce wraz z pozostałymi pojazdami. Co prawda samochody, które zmierzały do wyjazdów położonych dalej niż pierwszy możliwy, czekały w (stosunkowo) dłuższej kolejce, jednak kolejka ta przemieszczała się w dość szybkim tempie. W rezultacie średni czas oczekiwania był krótszy w stosunku do średniego czasu uzyskanego w symulacji pierwszej.

Tabela 3

Czas pobytu pojazdu na rondzie podczas pierwszej symulacji

Konfiguracja	Min.	Maks.	Średni
Z wlotu 1 do wlotu 1	34,434	161,611	65,087
Z wlotu 1 do wlotu 2	29,243	148,164	61,686
Z wlotu 1 do wlotu 3	26,150	139,842	63,882
Z wlotu 1 do wlotu 4	22,994	164,833	54,817
Z wlotu 1 do wlotu 5	22,100	82,330	46,803
Z wlotu 2 do wlotu 1	30,243	517,091	211,289
Z wlotu 2 do wlotu 2	50,803	515,224	205,658
Z wlotu 2 do wlotu 3	28,050	544,592	208,444
Z wlotu 2 do wlotu 4	30,550	547,266	254,297
Z wlotu 2 do wlotu 5	40,090	572,089	198,759
Z wlotu 3 do wlotu 1	30,500	444,441	213,829
Z wlotu 3 do wlotu 2	41,799	459,831	212,818
Z wlotu 3 do wlotu 3	40,250	470,629	200,175
Z wlotu 3 do wlotu 4	31,100	408,232	196,678
Z wlotu 3 do wlotu 5	32,702	442,671	209,102
Z wlotu 4 do wlotu 1	28,328	153,612	72,641
Z wlotu 4 do wlotu 2	24,524	187,554	69,633
Z wlotu 4 do wlotu 3	22,100	175,457	61,411
Z wlotu 4 do wlotu 4	31,902	193,203	65,222
Z wlotu 4 do wlotu 5	29,450	170,508	74,966
Z wlotu 5 do wlotu 1	28,002	130,268	57,496
Z wlotu 5 do wlotu 2	25,994	154,012	57,181
Z wlotu 5 do wlotu 3	23,200	134,217	52,016
Z wlotu 5 do wlotu 4	22,594	132,668	55,755
Z wlotu 5 do wlotu 5	28,093	181,306	64,828

Średni czas pobytu pojazdu na skrzyżowaniu: 144,9.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4

Czas pobytu pojazdu na rondzie podczas drugiej symulacji

Konfiguracja	Min.	Maks.	Średni
Z wlotu 1 do wlotu 1	32,1	71,6	50,4
Z wlotu 1 do wlotu 2	31,5	68,8	43,4
Z wlotu 1 do wlotu 3	25,5	71,2	44,6
Z wlotu 1 do wlotu 4	23,6	65,6	45,5
Z wlotu 1 do wlotu 5	21,3	40,3	30,2
Z wlotu 2 do wlotu 1	20,7	43,4	30,7
Z wlotu 2 do wlotu 2	36,1	285,1	184,5
Z wlotu 2 do wlotu 3	34,1	289,2	196,8
Z wlotu 2 do wlotu 4	44,6	270,2	186,5
Z wlotu 2 do wlotu 5	26,3	270,7	189,9
Z wlotu 3 do wlotu 1	53,5	232,1	145,8
Z wlotu 3 do wlotu 2	21,1	57,9	38,0
Z wlotu 3 do wlotu 3	43,1	213,6	156,5
Z wlotu 3 do wlotu 4	38,3	240,6	151,6
Z wlotu 3 do wlotu 5	68,0	199,7	161,2
Z wlotu 4 do wlotu 1	31,1	218,7	133,3
Z wlotu 4 do wlotu 2	40,1	226,4	144,6
Z wlotu 4 do wlotu 3	20,8	42,3	30,2
Z wlotu 4 do wlotu 4	96,1	217,3	155,1
Z wlotu 4 do wlotu 5	48,5	213,2	134,1
Z wlotu 5 do wlotu 1	49,4	198,1	113,9
Z wlotu 5 do wlotu 2	29,8	183,1	108,4
Z wlotu 5 do wlotu 3	44,7	184,3	106,7
Z wlotu 5 do wlotu 4	22,2	43,7	31,5
Z wlotu 5 do wlotu 5	61,0	174,7	112,0

Średni czas pobytu pojazdu na skrzyżowaniu: 109,02.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5

Zestawienie średnich czasów pobytu pojazdu na skrzyżowaniu
w poszczególnych symulacjach

Numer symulacji	Średni czas pobytu pojazdu na skrzyżowaniu	Różnica czasów w porównaniu z pierwszą symulacją
1	144,9	-----
2	109,02	35,88

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Artykuł porusza ważną i aktualną kwestię – modelowanie ruchu drogowego w aspekcie aktualnie obowiązujących aktów prawnych i ich wpływ na wydatki użytkowników pojazdów. Autor krótko opisał opracowaną aplikację do modelowania ruchu na skrzyżowaniu o ruchu okrężnym, przeprowadził badania dla wybranego przypadku (jedno z rond w Szczecinie) oraz wykazał, że zmiana przepisów ruchu drogowego może przyczynić się do oszczędności czasowych i finansowych mieszkańców miast i użytkowników dróg.

Literatura

1. Gordon G., *Symulacja systemów*, WNT, Warszawa 1974.
2. Małecki K., Wątróbski J., *The Effectiveness of Lane Selection in Roundabout*, Metody Informatyki Stosowanej 2009, nr 3.
3. Matuszak R., *Rondo bez tajemnic*, „Drogowskaz” 2004.
4. Matuszak R., *Kłopot z rondem*, „Drogowskaz” 2005.
5. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 roku Prawo o ruchu drogowym, DzU 05.108.908.
6. *Wytyczne projektowania skrzyżowań drogowych*, część II, Zarządzenie nr 10 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych, Warszawa, 12 czerwca 2001.

MODELING SYSTEM FOR ECONOMIC ASPECTS OF ROAD RULES FOR THE ROUNDABOUT

Summary

The purpose of this article is to present the legislatives' impact on the economic aspects of the average vehicle's user. To achieve this, the author developed a program to simulate traffic on the roundabout and performed research on the residence time at the roundabout, depending on the applied legislatives. Increased time spent on the roundabout is one of many factors causing dissatisfaction of traffic participants (in terms of increased fuel consumption and hence, higher costs). The scale of a single vehicle and a single case may not really matter but it would make the calculations for the residents of the district, town or around the country.

Translated by Krzysztof Malecki