http://dx.doi.org/10.18778/8088-580-6

Eliminowanie przyczyn wypadków i kolizji w obszarze infrastruktury transportowej logistyki miejskiej

Na przykładzie Łodzi

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

Eliminowanie przyczyn wypadków i kolizji w obszarze infrastruktury transportowej logistyki miejskiej

Na przykładzie Łodzi

Remigiusz Kozłowski
Jakub Jabłoński
Żaneta Błoch

AKADEMIA SAMORZĄDOWA

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

ŁÓDŹ 2016

Remigiusz Kozłowski – Uniwersytet Łódzki, Wydział Zarządzania
Centrum Technologii Bezpieczeństwa w Logistyce, 90-237 Łódź, ul. Matejki 22/26

Jakub Jabłoński – doktorant, Uniwersytet Łódzki, Wydział Zarządzania
90-237 Łódź, ul. Matejki 22/26

Żaneta Błoch – Uniwersytet Łódzki, Wydział Zarządzania, Koło Naukowe Logistyki Uni-Logistics
90-237 Łódź, ul. Matejki 22/26

RECENZENT
Michał Marczak

REDAKTOR INICJUJĄCY
Monika Borowczyk

OPRACOWANIE REDAKCYJNE
Elżbieta Marciszewska-Kowalczyk

SKŁAD I ŁAMANIE
Munda – Maciej Torz

PROJEKT OKŁADKI
Stämpfli Polska Sp. z o.o.
Zdjęcie wykorzystane na okładce: © Shutterstock.com

Publikacja powstała przy współpracy z Radą Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego w Łodzi

© Copyright by Authors, Łódź 2016
© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2016

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
Wydanie I. W.07872.17.0.K

Ark. wyd. 10,0; ark. druk. 11,25

ISBN 978-83-8088-580-6
e-ISBN 978-83-8088-581-3

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
90-131 Łódź, ul. Lindleya 8
www.wydawnictwo.uni.lodz.pl
e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl
tel. (42) 665 58 63

PODZIĘKOWANIA

Autorzy składają serdeczne podziękowania za wsparcie dla inicjatywy publikacji wyników analiz zaprezentowanych w niniejszej monografii dla Ireneusza Jabłońskiego, wiceprezydenta miasta Łodzi, Macieja Formańskiego, dyrektora Biura Inżyniera Miasta, Jacka Nowackiego, zastępcy dyrektora Biura Inżyniera Miasta oraz dla Janusza Maciaszka, kierownika Oddziału Zarządzania Ruchem na Drogach w Biurze Inżyniera Miasta za konsultacje merytoryczne w zakresie inżynierii ruchu.

Podziękowania dla Wydziału Ruchu Drogowego Komendy Miejskiej Policji w Łodzi za przygotowanie i udostępnienie danych wykorzystanych w niniejszym opracowaniu. Szczególne podziękowania kierujemy do podinspektora Tomasza Mielczarka naczelnika Wydziału Ruchu Drogowego Komendy Miejskiej Policji w Łodzi, aspiranta Sławomira Wysockiego, starszego sierżanta Michała Uliasza oraz podkomisarza Michała Szymajdy za merytoryczne wsparcie na etapie konstrukcji metodologii oraz interpretacji otrzymanych wyników.

Wyrazy wdzięczności dla Grzegorza Misiornego, dyrektora Zarządu Dróg i Transportu oraz Michała Sarnackiego, naczelnika Wydziału Inżynierii i Sterowania, Michała Gogolewskiego, kierownika Zespołu Inżynierii Ruchu oraz Krzysztofa Smeli, kierownika Zespołu Sterowania Ruchu, Reprezentujących Zarząd Dróg i Transportu za konsultacje merytoryczne, wsparcie oraz interpretację i weryfikację otrzymanych wyników.

SPIS TREŚCI

Wstęp 9

1. Infrastruktura drogowa miast 11

2. Sposoby zapewniania bezpieczeństwa w miejskim ruchu drogowym 15

3. Metodyka analizy danych z badanych skrzyżowań 21

4. Analiza sytuacji na wybranych skrzyżowaniach w Łodzi wraz z propozycją ich modernizacji 25

4.1. Skrzyżowanie Paderewskiego/Pabianicka 25

4.2. Skrzyżowanie Włókniarzy/Bandurskiego 36

4.3. Skrzyżowanie Strykowska/Wojska Polskiego 47

4.4. Skrzyżowanie Rydza Śmigłego/Piłsudskiego 59

4.5. Skrzyżowanie Mickiewicza/Żeromskiego 69

4.6. Skrzyżowanie Włókniarzy/Sikorskiego 78

4.7. Skrzyżowanie Włókniarzy/Limanowskiego 88

Zakończenie 99

Bibliografia 101

Załączniki 103

Wykazy 171

Tabel 171

Wykresów 173

Map 175

Rysunków 175

Zdjęć 175

Diagramów 175

Wydruków komputerowych 177

Załączników 179

WSTĘP

Problematyka bezpieczeństwa ruchu drogowego jest niezwykle istotna z wielu powodów. Statystyki w naszym kraju wskazują, że w tym obszarze jest bardzo dużo do zrobienia, zwłaszcza gdy porównamy je ze statystykami z innych krajów Europy. W Polsce w ostatnich latach nastąpiła bardzo istotna poprawa co do jakości i gęstości infrastruktury drogowej. Zrealizowano największy w Europie program budowy dróg ekspresowych i autostrad. Pozostała sieć dróg krajowych, wojewódzkich, powiatowych i gminnych została w zdecydowanej większości gruntowanie zmodernizowana, głównie pod kontem zwiększenia bezpieczeństwa. W efekcie, analizując dane dotyczące zdarzeń drogowych, widać spadek ich liczby, jednak jest on nadal niewystarczający, ażeby zaniechać działań zmierzających do ich zmniejszenia. Obszarów, w których należy je podejmować jest wiele. W Łodzi w celu poszukiwania możliwości polepszenia sytuacji powołana została Miejska Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego. Skupia ona przedstawicieli wielu służb, urzędów i instytucji oraz przedstawicieli uczelni wyższych. W tak szerokim gronie znalezienie rozwiązań, które mogą przynieść dobre efekty jest dużo bardziej prawdopodobne.

Jednym obszarów, w którym nadal istnieją możliwości zwiększenie bezpieczeństwa w transporcie miejskim jest nadal infrastruktura drogowa. Autorzy postanowili dokonać analizy jednego z elementów infrastruktury jakim są skrzyżowania. Opracowanie zostało przygotowane na podstawie danych sporządzonych przez Wydział Ruchu Drogowego Komendy Miejskiej Policji w Łodzi w okresie od kwietnia do czerwca 2016 roku. W analizach wzięto pod uwagę tylko te zdarzenia drogowe, które zostały zgłoszone i zarejestrowane przez policję. Na podstawie tych danych przygotowano ranking przyczyn wypadków i kolizji na siedmiu najbardziej niebezpiecznych skrzyżowaniach w Łodzi, biorąc pod uwagę łączną liczbę zdarzeń drogowych. Dane przyjęte do analizy obejmują okres od 01.01.2013 do 30.06.2016 [3,5 roku].

Cele opracowania są następujące:

1. Identyfikacja przyczyn oraz sporządzenie ich hierarchii i rankingu dla badanych skrzyżowań.
2. Propozycje rozwiązań usuwających przyczyny zdarzeń w obszarze infrastruktury.

Monografia składa się z pięciu rozdziałów. Pierwszy z nich zawiera charakterystykę najważniejszych elementów infrastruktury drogowej miast. Następnie zaprezentowano wybrane sposoby zapewnienia bezpieczeństwa w ruchu drogowym w miastach.

W trzecim rozdziale przedstawiona została metodyka analizy danych zastosowana w niniejszym opracowaniu. Przedstawiono tu trzy grupy zastosowanych wskaźników, począwszy od przedstawiających dynamikę zmian w liczbie zdarzeń drogowych na skrzyżowaniach, poprzez analizy ich przyczyn, a na analizach korelacji i modelach regresji skończywszy.

W następnym rozdziale stanowiącym najbardziej obszerną cześć opracowania zamieszczono w siedmiu podrozdziałach analizy zdarzeń drogowych na najbardziej niebezpiecznych skrzyżowaniach w Łodzi. W każdym z podrozdziałów przedstawiono plany analizowanych skrzyżowań. Następnie wyliczenia dwóch wskaźników przedstawiających dynamikę zmian liczby zdarzeń. Po tych analizach zaprezentowano rankingi przyczyn tych zdarzeń w kilku zestawieniach obejmujących różne okresy. W wyniku tych zestawień wyłoniono najczęstsze przyczyny zdarzeń drogowych. Następnie ograniczono analizy tylko do tych najczęściej występujących przyczyn i wykonano zestawienia miesięczne dla każdej z nich. Na zakończenie przedstawiono propozycje modernizacji tych skrzyżowań głównie pod względem inżynierii ruchu drogowego w taki sposób, aby ograniczyć występowanie w przyszłości wypadków i kolizji.

W zakończeniu przedstawiono wybrane czynniki związane z infrastrukturą ruchu drogowego powodującą dalsze konieczne zmiany w tym jej rozbudowę tak, aby była ona w stanie przenieść prognozowany ruch przy zachowaniu wysokiego poziomu bezpieczeństwa. Zawarto tam także kierunki dalszych badań nad bezpieczeństwem ruchu drogowego na terenie miasta Łodzi.

1. INFRASTRUKTURA DROGOWA MIAST

Ruch drogowy to bardzo ważny element aktywności gospodarczej. Transport ma istotne znaczenie w rozwoju kraju, umożliwiając dostęp do różnych dóbr, podwyższających jakość życia, takich jak medycyna, nauka, handel czy rozrywka[1]. Swobodne poruszanie się po ulicach miast jest możliwe dzięki odpowiedniej infrastrukturze drogowej, do której zaliczyć można między innymi drogi, wiadukty, znaki pionowe i poziome oraz sygnalizacje świetlne. Odpowiednia jakość wyżej wymienionych elementów infrastruktury ma bezpośredni związek z bezpieczeństwem poruszania się po nich przez użytkowników ruchu.

Ulice zdefiniowane w ustawie o drogach publicznych określone są jako „drogi na terenie zabudowy zgodnie z przepisami o zagospodarowaniu przestrzennym, w której ciągu może być zlokalizowane torowisko tramwajowe"[2]. Ulice miejskie powinny nie tylko umożliwiać sprawny ruch samochodowy, ale także „być przestrzeniami publicznymi, społecznymi, z małą architekturą, przejściami dla pieszych, ścieżkami dla rowerów itp."[3] Charakterystyka nawierzchni jezdni pozwala określić bezpośredni wpływ na ocenę bezpieczeństwa ruchu drogowego, komfortu jazdy, ochrony środowiska i oszczędności energii, jak również ochrony innych pojazdów[4].

Ulica, w zależności od natężenia ruchu, lokalizacji oraz możliwości przestrzennych może składać się z jednego lub kilku pasów ruchu. W zależności od rodzaju nawierzchni, jak również jej szerokości, po ulicach mogą poruszać się także pojazdy przeznaczone dla ruchu szynowego. Może się to odbywać dzięki specjalnie wydzielonemu torowisku wzdłuż jezdni bądź w ramach pasów ruchu przeznaczonych dla pojazdów kołowych.

---

[1] C. Queiroz, S. Gautam, *Road Infrastructure and Economic Development: Some Diagnostic Indicators*, World Bank Policy Research Working Paper no. 921, Washington DC 1992, s. 2.

[2] Z. Drexler, *Przepisy ruchu drogowego z ilustrowanym komentarzem*, Grupa IMAGE sp. z o.o., Warszawa 2016, s. 11.

[3] M. Stangel, *Infrastruktura drogowa w miastach a kształtowanie zrównoważonej struktury urbanistycznej*", [w:] W. Rawski (red.), *Ochrona środowiska i estetyka a rozwój infrastruktury drogowej*, Lublin 2012.

[4] W.E. Meyer, *Surface Characteristics of Roadways: International Research and Technologies*, ASTM International, Philadelphia 1990, s. 87.

Na obszarze jezdni w miastach często spotykane są także pasy ruchu przeznaczone dla autobusów należących do komunikacji miejskiej – tzw. „buspasy". Co więcej, w ramach pasa ruchu spotkać można niekiedy drogi rowerowe, na których bezwzględne pierwszeństwo mają rowerzyści.

Miejskie skrzyżowania jednopoziomowe, jak wyżej wspomniano, często składają się z ulic wielopasmowych. Ze względu na bezpieczeństwo niezwykle istotne jest przejrzyste ustalenie kolejności pierwszeństwa uczestników ruchu podążających w różnych kierunkach. Zarówno kierowców, jak i pieszych czy rowerzystów.

W celu podniesienia poziomu bezpieczeństwa niezastąpione może być wyświetlanie znaków zmiennej treści oraz zastosowanie sygnalizacji świetlnej, która daje jasny sygnał do kogo należy pierwszeństwo przejazdu bez ryzyka spowodowania zdarzenia drogowego.

Zagrożenie bezpieczeństwa ruchu jest tym większe, im większe natężenie ruchu występuje na danym skrzyżowaniu. Dzięki sygnalizacji świetlnej w takich zatłoczonych miejscach możliwe jest zamykanie i otwieranie ruchu w celu jego uporządkowania oraz określenie jasnych obowiązków, jak i praw uczestników ruchu[5].

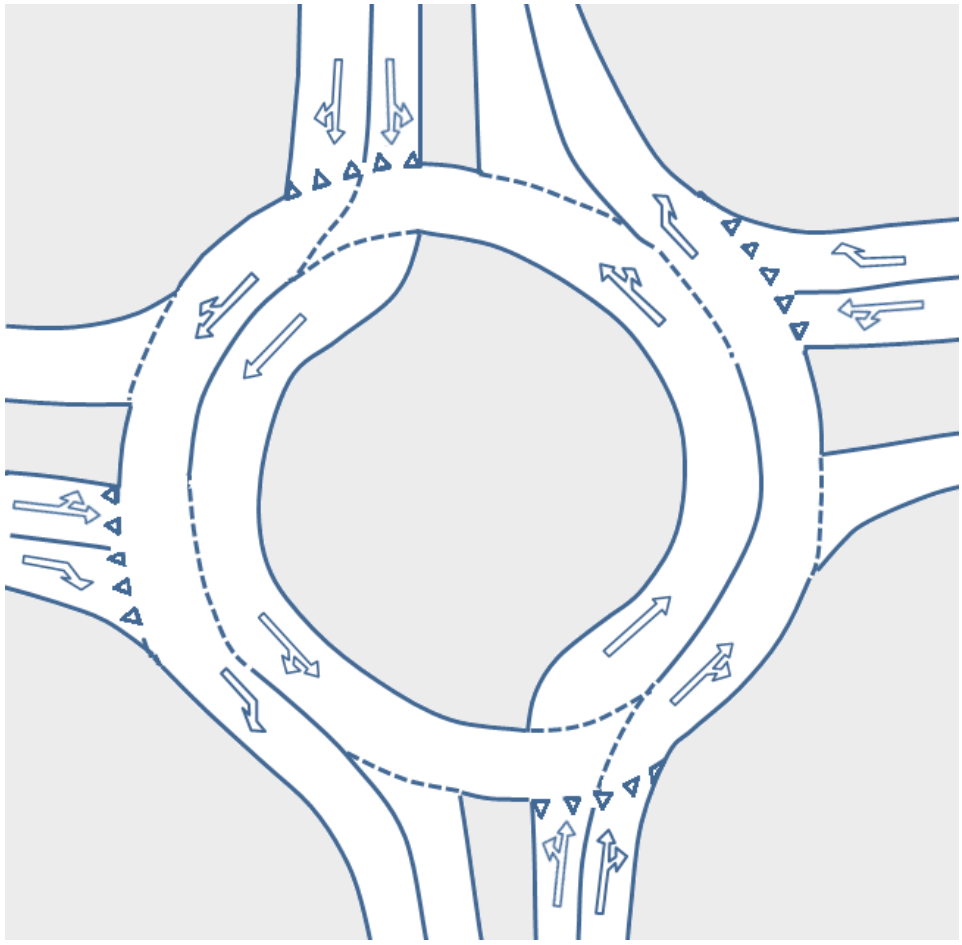
W miejscach zbiegu znaczących arterii, takich jak jezdnia samochodowa lub torowisko tramwajowe, budowane są ronda, które także są rodzajem skrzyżowania jednopoziomowego. Rondo w środowisku miejskim to istotny element sieci komunikacyjnych umożliwiający kierowcom sprawne i bezpieczne przejazdy przez skrzyżowanie. Ruch na rondzie odbywa się zawsze w jedną stronę wokół wyspy. Dla usprawnienia ruchu w tego typu skrzyżowaniach wykorzystywana jest również niejednokrotnie sygnalizacja świetlna.

Innowacyjnym oraz szczególnym rodzajem ronda jest rondo turbinowe. Jest to bardzo dobre rozwiązanie z uwagi na wymuszenie na kierowcy wyboru kierunku jazdy jeszcze przed wjazdem na skrzyżowanie. Dzięki temu, że w obszarze ronda między pasami ruchu wzniesione są wysepki lub separatory, poruszanie się po nim jest znacznie bezpieczniejsze dla uczestników ruchu, niż na podobnych skrzyżowaniach o ruchu okrężnym. Zmiana kierunku jazdy nie jest możliwa, a kierowca prowadzony jest do odpowiedniego zjazdu w sposób bezkolizyjny. Ponadto jedynym punktem, gdzie należy ustąpić pierwszeństwa pojazdom oraz zachować szczególną ostrożność jest wjazd na rondo. W kolejnych etapach przejazdu nie występują już inne punkty kolizyjne.

Istnieją także skrzyżowania wielopoziomowe, również zwane bezkolizyjnymi. Warto podkreślić, iż jest to potoczna nazwa węzłów drogowych, pozbawionych połączenia przecinającego przeciwbieżne pasy ruchu. Takie skrzyżowania zazwyczaj posiadają wydzielone pasy, które umożliwiają bezpieczne włączenie się do ruchu.

---

[5] S. Soboń, *Kodeks drogowy. Komentarz z orzecznictwem NSA, SN i TK*. Część II. *Znaki i sygnały w ruchu drogowym*, Grupa IMAGE, Warszawa 2016, s. 100.



Rysunek 1. Rondo turbinowe
Źródło: opracowanie własne

W ruchu drogowym dąży się do stworzenia warunków bezpiecznego poruszania się ulicami miast, które niejednokrotnie są bardzo zatłoczone. Właściwe warunki ruchu w mieście z pewnością ułatwić mogą obiekty mostowe, takie jak wiadukty bądź estakady.

Wiadukty miejskie zwykle są położone nad ciągami komunikacyjnymi, a także nad ich skrzyżowaniami, w celu zwiększenia przepustowości oraz uniknięcia zdarzeń drogowych. Innym, równie istotnym celem budowania wiaduktów jest skrócenie drogi, a tym samym ułatwienie poruszania się kierowcom po mieście.[6]

[6] J. Z. Mirski, *Budownictwo z technologią. Podręcznik dla technikum*. Część 3, WSIP, Warszawa 2013, s. 37.

Podstawowymi znakami drogowymi są znaki pionowe, ze względu na ich widoczność w ciągu całego roku. Zwykle umieszczane są przy drodze, bądź tuż nad nią, na słupkach lub wysięgnikach. Spełniają one kluczowe funkcje w bezpieczeństwie jazdy. Przede wszystkim informują o zagrożeniach i niebezpieczeństwie.

Informują o nakazach bądź zakazach na pewnym odcinku drogi. Przekazują także informacje o warunkach ruchu znajdujących się przy drodze lub w całej miejscowości[7]. Dzięki wykonaniu z materiałów odblaskowych są widoczne o każdej porze dnia, jak również we mgle. Znaki pionowe powinny być z łatwością dostrzegane z odległości umożliwiającej kierowcom oraz pozostałym uczestnikom ruchu ich dostrzeżenie oraz zareagowanie. Kluczowe zatem jest ich odpowiednie ulokowanie w miejscu widocznym dla każdego uczestnika ruchu. W miarę możliwości znaki powinny być również dostatecznie oświetlone[8].

Znaki drogowe poziome to, obok znaków drogowych pionowych, najistotniejsza forma komunikacji z kierowcą o możliwych zagrożeniach bądź zmianach w organizacji ruchu. Zwykle występują one na powierzchni jezdni, dzięki czemu znacznie ułatwiają kierowcom poruszanie się w utrudnionych warunkach jazdy. Często są także uzupełnieniem znaków pionowych. Bardzo często znaki poziome wskazują miejsce, gdzie należy się zatrzymać, aby ustąpić pierwszeństwa innym pojazdom bądź pieszym.

Najpopularniejszym, oraz bardzo istotnym znakiem poziomym, który skierowany jest zarówno do pieszych, jak i do kierowców są przejścia dla pieszych oraz ścieżki rowerowe[9].

Przestrzeganie tego rodzaju znaków jest kluczowe, ze względu na bezpieczeństwo pieszych. Znaki poziome odnoszą się do każdego typu materiału lub urządzenia stosowanego na powierzchni obszaru jezdni, lub obszaru parkowania jako środek komunikacji nawigacyjnej, mających na celu egzekwowanie prawa oraz bezpieczeństwo uczestników ruchu.

Innymi przykładami poziomego oznakowania jezdni oraz znaków poziomych może być definiowanie pasów ruchu, zniechęcanie do nadmiernego przekraczania prędkości, wyznaczenie miejsc dla pieszych oraz wyznaczenie miejsc parkingowych[10].

Niestety znaki poziome zasadniczo powinny być tylko dodatkiem do znaków pionowych, ze względu na utrudnienia widoczności w czasie ulewnych deszczy zalewających ulice, śniegu pokrywającego znaczny obszar jezdni, mgły, a nawet liści spadających z drzew, które także mogą pogorszyć ich widoczność.

---

[7] Z. Drexler, *Wszystko o znakach i sygnałach drogowych*, Grupa IMAGE, Warszawa 2004, s. 12.

[8] R.A. Stefański, *Prawo o ruchu drogowym: Komentarz*, LEX Wolters Kluwer, Warszawa 2008, s. 184.

[9] Z. Drexler, *Przepisy ruchu drogowego...*, s. 458.

[10] M. Garrett, *Encyclopedia of Transportation: Social Science and Policy*, SAGE Reference, University of California, Los Angeles 2014.

2. SPOSOBY ZAPEWNIANIA BEZPIECZEŃSTWA W MIEJSKIM RUCHU DROGOWYM

W Polsce od lat rośnie liczba użytkowników ruchu drogowego. Miasta, jako skupiska ludności są szczególnie narażone na wystąpienie problemu kongestii[1]. W związku z rosnącą liczbą użytkowników dróg natężenie ruchu, rosnąca popularność rowerów, jako miejskiego środka transportu, zapewnienie bezpieczeństwa na drogach stały się problemami poważniejszymi niż kiedykolwiek. Łódź nie jest tu wyjątkiem. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego, w dniu 31 grudnia 2013 w mieście mieszkało 711 tysięcy mieszkańców[2]. W tym samym roku zarejestrowanych było 397 tysięcy pojazdów mechanicznych[3]. Dodatkowo sieć ścieżek rowerowych jest rozwijana z roku na rok, dążąc do ogólnej, planowanej długości 250 kilometrów[4]. Do tego należy dodać otwartą w 2016 roku sieć łódzkiego roweru publicznego, dysponującą setką stacji bazowych, tysiącem rowerów, co przełożyło się na 1 400 000 wypożyczeń w pięć miesięcy po uruchomieniu systemu[5].

Prawidłowo skonstruowana infrastruktura miejska zapewnia bezpieczeństwo w ruchu zarówno użytkowników pojazdów, jak i tak zwanych niechronionych uczestników ruchu – czyli pieszych i rowerzystów. Powinnością miasta jest analiza istniejącej sieci drogowej, powstałej w różnych okresach historycznych, oraz dostosowanie tej sieci do wymagań współczesnego miasta, a nawet rozwiązań przyszłości – w przypadku Łodzi przykładem będzie, opisany w dalszej części tego rozdziału, system ITS.

Najbardziej charakterystycznym elementem ruchu drogowego w mieście, z punktu widzenia bezpieczeństwa, jest częsta wzajemna interakcja pomiędzy niechronionymi oraz zmotoryzowanymi uczestnikami tego ruchu[6].

---

[1] R. Kozłowski, *Wpływ infrastruktury transportu na rozwój klastrów na przykładzie regionu łódzkiego*, [w:] J. Sosnowski (red.), *Klastry logistyczne na tle procesów rozwoju regionu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2011, s. 149.

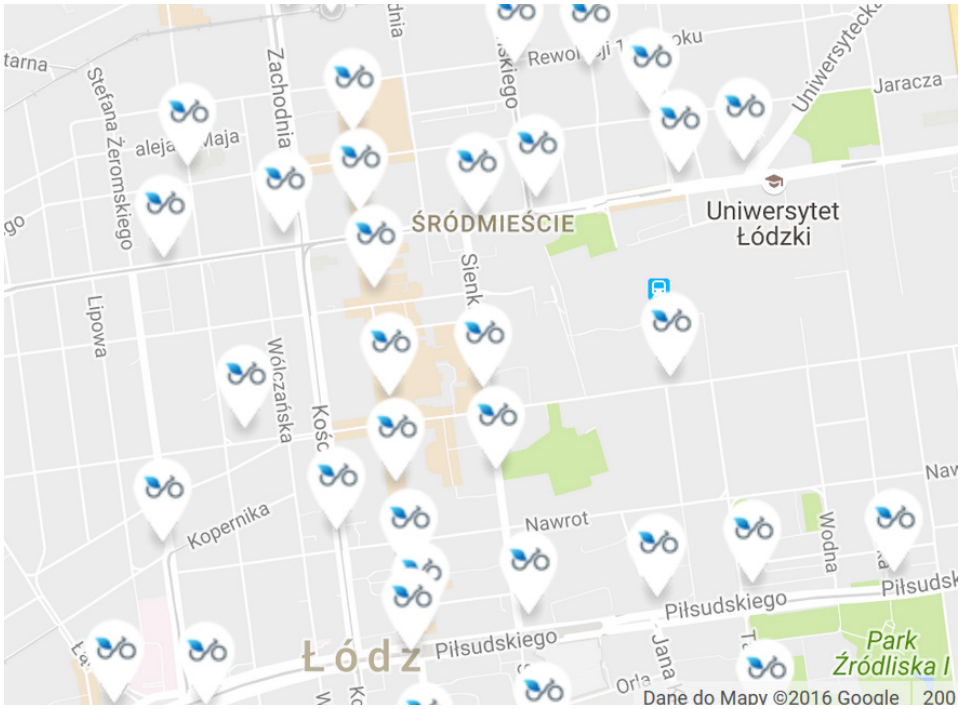
[2] www.lodz.stat.gov.pl (dostęp 04.10.2016).

[3] Tamże.

[4] www.wrower.pl z dn. (dostęp 04.10.2016).

[5] www.lodzkirowerpubliczny.pl (dostęp 04.10.2016).

[6] *Targeted action on urban road safety* Accompanying the document *Communication from The Commission to The European Parliament, The Council, The European Economic and Social*



Rysunek 2. Fragment mapy miasta Łódź, z zaznaczonymi stacjami roweru publicznego
Źródło: www.lodzkirowerpubliczny.pl (dostęp 04.10.2016)

Jedną z metod zwiększenia bezpieczeństwa, z wykorzystaniem infrastruktury miejskiej, jest odpowiednie ograniczenie prędkości. Najłatwiej jest to osiągnąć poprzez zastosowanie pionowych znaków drogowych. Znak B-33 zabrania przekraczania określonej prędkości, podobnie jak znak B-43, oznaczający strefę, w której nie wolno przekraczać danej prędkości. Odpowiednio do nich, funkcjonują znaki B-34 i B-44 oznaczające koniec ograniczenia prędkości lub koniec strefy ograniczonej prędkości. Kodeks drogowy określa prędkość maksymalną w obszarze zabudowanym na 50 kilometrów na godzinę (w godzinach 5.00–23.00) oraz 60 kilometrów na godzinę (w godzinach 23.00–5.00)[7]. Dopuszczalne jest też podniesienie prędkości maksymalnej w terenie zabudowanym do 70 lub 80 kilometrów na godzinę „na odcinkach pomiędzy skrzyżowaniami, na których nie ma ruchu pieszego”[8].

Committee and The Committee of The Regions European Commission, Brussels 2013, www.ec.europa.eu. (dostęp 4.10.2016).

[7] Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. *Prawo o ruchu drogowym*, Dz. U. z 2012, poz. 1137, www.kodeks-drogowy.org (dostęp 09.10.2016).

[8] Tamże (dostęp 19.10.2016).

Za kolejną metodę, można uznać wykorzystanie różnego rodzaju progów zwalniających. Jest to typowe narzędzie, mające służyć tzw. uspokojeniu ruchu. Zastosowanie progu, ma skłonić kierowcę do zmniejszenia prędkości przejazdu do koło 20–30 kilometrów na godzinę. Przejazd z większą prędkością wiąże się z dużym dyskomfortem, a nawet możliwością uszkodzenia pojazdu. Rozwiązań tego typu nie stosuje się na głównych drogach miejskich, rezerwując je raczej dla dróg w strefach ograniczonej prędkości, strefach zamieszkania czy też przed przejściami dla pieszych.

Jednym ze stosowanych w Łodzi typów progów jest tak zwana „poduszka berlińska". Jest to próg skonstruowany tak, by pojazdy o mniejszym rozstawie osi, jak samochody osobowe, musiały ograniczyć prędkość, podczas gdy pojazdy miejskiej komunikacji o szerszym rozstawie, mogły pokonać przeszkodę bez problemu.

Innym rozwiązaniem mogą być podwyższone tarcze skrzyżowań. W Łodzi takie rozwiązanie zastosowano na reprezentacyjnej ulicy miasta – Piotrkowskiej – częściowo przekształconej w deptak, o ograniczonym ruchu pojazdów zmechanizowanych. Skrzyżowania ulic prostopadle przecinających deptak są wyższe o kilkanaście centymetrów, zmuszając kierowców do powolnego pokonywania skrzyżowania. Podobnym rozwiązaniem, wykorzystanym również na ulicy Piotrkowskiej, ale w części niebędącej deptakiem jest podwyższenie tarczy ulicy na przystankach komunikacji miejskiej. Analogicznie, kierowca jest zmuszony do zmniejszenia prędkości przejazdu.

Do jednych z ważniejszych wyzwań w mieście należy ochrona niechronionych uczestników ruchu – pieszych, a zwłaszcza dzieci i osób starszych, rowerzystów oraz osób niepełnosprawnych. Wspomniane już metody ograniczenia prędkości mogą być w szczególności wykorzystane do ochrony takich osób. Przykładem jest także stawianie progów zwalniających przy szkołach. Ważne jest, aby ulice o dużym natężeniu ruchu pieszych, a w szczególności przejścia dla pieszych, były odpowiednio doświetlone. To samo tyczy się dróg i przejazdów rowerowych. Istotne jest także, aby ścieżki rowerowe możliwie odseparować od innych form transportu oraz zapewnić nieprzerwany ich ciąg[9]. Wystarczy zastosowanie separatorów w postaci barierki, pasa zieleni lub nawet różnicy poziomów pomiędzy droga rowerową a chodnikiem. Należy też zadbać o prawidłowe oznaczenie chodników, dróg rowerowych, przejść dla pieszych i przejazdów rowerowych – w szczególnych przypadkach należy rozważyć oznaczenia wspomagane oświetleniem, które bardziej zwraca uwagę kierowcy. Czynnikiem zwiększającym bezpieczeństwo na przejściach dla pieszych jest zastosowanie wysepek na przejściach rozdzielających pasy ruchu oraz pozwalających schronić się pieszemu. Należy jednak pamiętać, że w zależności od konstrukcji takiej wysepki i układu ulicy, przejście może być traktowane jako dwa odrębne przejścia dla pieszych,

[9] www.ec.europa.eu/transport/road_safety/users/cyclists (dostęp 10.10.2016).

rozdzielone azylem, lub też jedno przejście[10]. Do innych rozwiązań usprawniających ruch rowerowy można zaliczyć, między innymi, wydzielone pasy drogowe dla rowerów, śluzy rowerowe przed skrzyżowaniami czy też kontrapasy.

W celu zwiększenia bezpieczeństwa na drogach i chodnikach miejskich, powinno się stosować dodatkowe oznaczenia, konstruowane tak, by mogły je odczytać osoby niepełnosprawne. Są to dodatkowe sygnalizatory dźwiękowe oraz specjalne fragmenty konstrukcji chodnika, które można odczytać za pomocą stóp. Ważne są też inne ułatwienia, jak podjazdy umożliwiające łatwiejsze pokonanie krawężnika lub windy umożliwiające bezpieczne dostanie się do przejść podziemnych lub nadziemnych.

Ciekawym oraz skutecznym rozwiązaniem uspokojenia ruchu samochodowego, na rzecz poprawy bezpieczeństwa innych uczestników ruchu, są tak zwane obszary *Tempo 30*. Jest to rozwiązanie stosowane na przykład w Berlinie, gdzie nawet 76% ulic w mieście ma ograniczoną prędkość maksymalną do 30 kilometrów na godzinę[11]. Są to strefy ograniczonej prędkości, gdzie dzięki jej zmniejszeniu ulice stają się bezpieczniejsze i bardziej przyjazne dla pieszych i rowerzystów. W strefach takich, stosuje się często wymienione już w tym rozdziale rozwiązania. Dzięki mniejszej prędkości ruchu nie trzeba wydzielać osobnych ścieżek rowerowych, gdyż rowerzysta może korzystać z istniejących dróg. W takiej strefie można też wykorzystać skrzyżowania równorzędne, dodatkowo udrażniające ruch, oraz pozwalające na wyeliminowanie zbędnych znaków drogowych[12].

Rozwiązaniem zbliżonym do stref *Tempo 30* są *woonerfy*. Jest to rozwiązanie pochodzące z Holandii[13], inaczej zwane jako *podwórzec miejski*. Jedno z pierwszych w Polsce rozwiązań tego typu pojawiło się w Łodzi w 2014 roku na ulicy 6 Sierpnia[14]. Jest to połączenie deptaka i ulicy, gdzie pierwszeństwo ruchu ma pieszy, a różnego rodzaju rozwiązania, takie jak specjalne szykany, mają zniechęcić każdego kierowcę, dla którego nie jest to docelowa trasa, a na pozostałych wymusić zmniejszenie prędkości przejazdu. Szykanami takimi mogą być różnego rodzaju barierki, strefy zieleni, a nawet naprzemienne parkowanie pojazdów po obu stronach ulicy.

Problemem na polskich drogach są kierowcy wjeżdżający na skrzyżowanie na tak zwanym „późnym żółtym" lub „wczesnym czerwonym" świetle. Polscy kierowcy są niecierpliwi[15] i widząc zmieniające się światła, przyśpieszają, chcąc zdążyć przejechać. Jest to potencjalnie bardzo niebezpieczna sytuacja. Sposobem

---

[10] Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. *Prawo o ruchu drogowym...*, art. 13.8.

[11] www.rowerowalodz.pl/infrastruktura/strefa-tempo-30 (dostęp 11.10.2016).

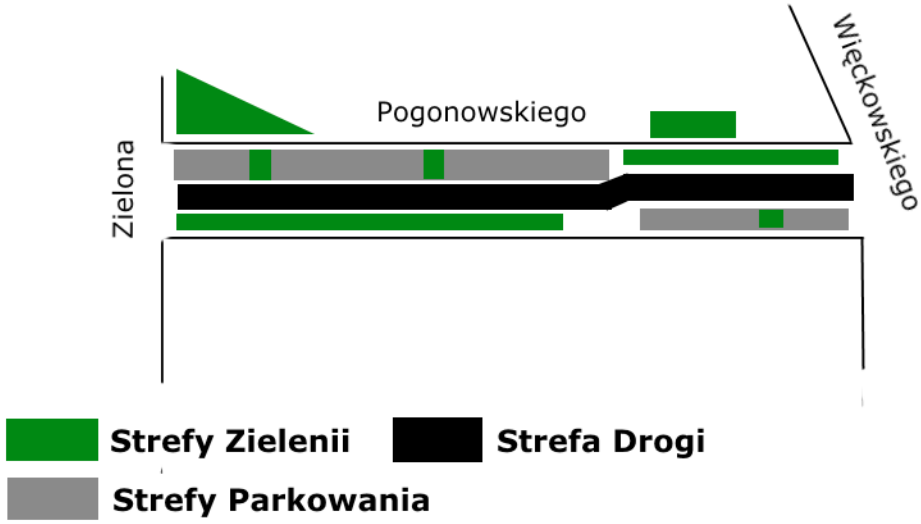
[12] Tamże.

[13] www.woonerf.dlalodzi (dostęp 11.10.2016).

[14] www.tvn24.pl/lodz,69/lodz-pokochala-woonerf-bedzie-szesc-kolejnych,460606.html (dostęp 11.10.2016).

[15] www.fakt.pl/pieniadze/motoryzacja/jacy-sa-polscy-kierowcy-grzechy-polskich-kierowcow/2kkexpj (dostęp 20.10.2016).

na jej uniknięcie jest kamera robiąca zdjęcia pojazdom pokonującym skrzyżowanie w sposób nieprzepisowy. Zapobiec temu mają rejestratory przejazdu na czerwonym świetle. System kamer w Łodzi nie jest obecnie wykorzystywany w tym celu. Jest on jednakże bardzo rozbudowany – wyposażony w kamery rejestrujące zarówno obraz, jak i numery rejestracyjne – i funkcjonalność taka nie byłaby trudna do zaimplementowania.



Zdjęcie 1. Projekt Woonerfu na ulicy Pogonowskiego w Łodzi, przedstawiony w ramach budżetu obywatelskiego 2016

Źródło: opracowanie własne

Kolejnym rozwiązaniem jest tak zwana „zielona fala", w której skoordynowana ze sobą jest sygnalizacja świetlna na kilku kolejnych skrzyżowaniach, tworząc nieprzerwaną możliwość przejazdu. Jednym z celów takiego rozwiązania jest kontrola prędkości pojazdów poruszających się na takiej drodze. Przy odpowiedniej konfiguracji cyklu świetlnego, promowany zostaje pojazd jadący z przepisową prędkością – po ruszeniu spod świateł, w momencie, gdy dojeżdża do kolejnej sygnalizacji wyświetla ona zielone światło. Pojazdy, które przekroczyły prędkość dopuszczalną, docierają na skrzyżowanie za wcześnie, co zmusza do hamowania na skrzyżowaniu. Tego typu rozwiązanie zostało zastosowane przykładowo na łódzkiej trasie Górnej, inwestycji zakończonej w 2014 roku[16], która została następnie włączona w system zarządzania ruchu miejskiego, uruchomiony pod koniec 2015 roku[17].

[16] www.zdit.uml.lodz.pl/pl/news/pokaz/1549/Trasa_Gorna_w_liczbach_i_faktach (dostęp 20.10.2016).

[17] www.zdit.uml.lodz.pl/pl/news/pokaz/1926/OSSR_dziala (dostęp 20.10.2016).

Nowe technologie, wykorzystywane w infrastrukturze, także mogą znacząco wpłynąć na bezpieczeństwo w miejskim ruchu drogowym. W grudniu 2015 roku w Łodzi uruchomiono najnowocześniejszy i największy w Polsce system sterowania ruchem. Jest to technologia z klasy systemów ITS – „inteligentnych systemów transportowych”[18]. W związku z uruchomieniem, zmieniona została w Łodzi organizacja ruchu na większości skrzyżowań, które zostały podpięte do Centrum Sterowania Ruchem w taki sposób, aby zwiększyć zarówno płynność ruchu, jak bezpieczeństwo użytkowników ruchu. Prawie 80 skrzyżowań objęto monitoringiem miejskim, wykorzystując nowoczesne kamery oferujące obraz wysokiej jakości[19]. Dodatkowo, do systemu podłączonych jest sto dwadzieścia kamer pozwalających na odczytywanie tablic rejestracyjnych[20]. Dane przez nie zbierane wykorzystywane są następnie do obliczania czasu przejazdu na badanych odcinkach, co w efekcie pozwala na dalszą optymalizację systemu. Dane z całego miasta Łodzi i systemu spływają do Centrum Sterowania Ruchu działającym przy Zarządzie Dróg i Transportu.

Pewnym rozwiązaniem, zwiększającym bezpieczeństwo na skrzyżowaniach, może być dokumentowanie pojazdów wkraczających na skrzyżowanie na czerwonym świetle. Jest to przepis nagminnie łamany przez wielu polskich kierowców, co może być potencjalną przyczyną poważnej szkody na zdrowiu uczestników ruchu. Przy przedstawionym powyżej systemie sterowania ruchem, wprowadzenie rejestracji pojazdów przejeżdżających na czerwonym świetle nie byłoby dużym problemem. Należałoby się jedynie zastanowić, czy taki rejestrator dawałby kierowcy czas na opuszczenie skrzyżowania, czy też działałby bez marginesu. Jak wykazują dane Głównego Inspektoratu Nadzoru Drogowego, zastosowanie systemów automatycznego nadzoru nad ruchem, w tym rejestratorów wjazdu na skrzyżowanie, wpływa na widoczną poprawę bezpieczeństwa.

Urządzenia stacjonarne GITD	Wypadki (śr. na miesiąc)	Zabici (śr. na miesiąc)	Ranni (śr. na miesiąc)
Lata 2008-2012 (przed instalacją urządzeń)	17,3	2,7	22,9
Lata 2013-2014 (po instalacji urządzeń)	12,9	1,3	15,5
REDUKCJA	4,4	1,4	7,4

Rysunek 3. Dane dotyczące stanu BRD w obrębie fotoradarów stacjonarnych GITD (za okres styczeń 2008–listopad 2014)

Źródło: System automatycznego nadzoru nad ruchem drogowym – rozwój i skuteczność w 2014 r. Raport, www.gitd.gov.pl (dostęp 23.11.2016)

[18] Tamże.
[19] Tamże.
[20] Tamże.

3. METODYKA ANALIZY DANYCH Z BADANYCH SKRZYŻOWAŃ

Przedstawione w niniejszym opracowaniu analizy można podzielić na trzy części:

1. Analiza wskaźników pokazujących dynamikę zmian zdarzeń na badanych skrzyżowaniach na tle całego miasta.
2. Analiza przyczyn zdarzeń.
3. Analiza korelacji i modeli regresji liniowej przyczyn zdarzeń na badanych skrzyżowaniach.

W pierwszej części analiz zidentyfikowano wszystkie przyczyny zdarzeń występujących na badanych skrzyżowaniach i ich listę zamieszczono w załączniku 1.

Kolejność prezentacji analizowanych skrzyżowań (rozdziały 4.1–4.7) wynika z liczby zdarzeń, które miały na nich miejsce w okresie od 01.01.2013 roku do 31.03.2016 roku. Zostały one uszeregowane w opracowaniu od największej do najmniejszej liczby zdarzeń.

Tabela 1. Wykaz najbardziej niebezpiecznych skrzyżowań w Łodzi

Okres 01.01.2013–31.03.2016	**Liczba**				
	wypadków	**zabitych**	**rannych**	**kolizji**	**zdarzeń**
[Paderewskiego] X [Pabianicka]	13	0	15	306	319
[Puszkina] X [Przybyszewskiego]	53	5	71	105	158
[Włókniarzy] X [Bandurskiego]	30	0	42	126	156
[Strykowska] X [Wojska Polskiego]	15	0	17	138	153
[Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego]	17	0	17	130	147
[Mickiewicza] X [Żeromskiego]	18	0	24	123	141
[Włókniarzy] X [Sikorskiego]	28	0	43	103	131
[Włókniarzy] X [Limanowskiego]	12	0	14	103	115

Źródło: opracowanie własne na podstawie: danych przygotowanych przez Wydział Ruchu Drogowego Komendy Miejskiej Policji w Łodzi (dotyczy wszystkich tabel).

Ponieważ celem opracowania jest identyfikacja możliwych do zrealizowania zmian w infrastrukturze zdecydowano skrzyżowanie: [Puszkina] X [Przybyszewskiego] pominąć w analizach z powodu planowanej jego modernizacji. Postanowiono także dodać do analiz kolejne w niniejszym wykazie skrzyżowanie, tj. [Włókniarzy] X [Limanowskiego]. Ostateczna lista skrzyżowań poddanych badaniu jest zatem następująca:

1. [Paderewskiego] X [Pabianicka]
2. [Włókniarzy] X [Bandurskiego]
3. [Strykowska] X [Wojska Polskiego]
4. [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego]
5. [Mickiewicza] X [Żeromskiego]
6. [Włókniarzy] X [Sikorskiego]
7. [Włókniarzy] X [Limanowskiego]

W podrozdziałach poświęconych poszczególnym skrzyżowaniom zmieszczono mapy tych skrzyżowań. Następnie przedstawiono analizę z wykorzystaniem dwóch wskaźników oznaczonych jako „wskaźnik 1" i wskaźnik 2". Wskaźnik 1 powstał w wyniku dzielenia liczby zdarzeń na każdym skrzyżowaniu w każdym z badanych lat przez liczbę zdarzeń w całym mieście w tych samych latach:

$$\mathrm{W1} = \frac{\textit{liczba zdarzeń na konkretnym skrzyżowaniu}}{\textit{liczba zdarzeń w całym miaście}}$$

Następnie sprawdzona została dynamika zmian tego wskaźnika w odniesieniu do roku poprzedniego. Należy pamiętać, iż dane na rok 2016 kończą się na czerwcu, czyli wskaźnik ten dotyczy tylko 1-szej połowy roku, a w pozostałych przypadkach są to pełne lata, podzielone na półrocza. Dynamika liczona jest osobno dla pierwszych i drugich półroczy badanego okresu. W obu wypadkach półrocza roku 2013 stanowią wartość wyjściową w analizie. Dynamika liczona jest wedle następującego wzoru:

$$D_x = \frac{(W_x - W_{x-1})}{100\%}$$

Wskaźnik 2 przedstawiający zróżnicowanie przyczyn zdarzeń powstał analogicznie do wskaźnika 1. W tym wypadku było to dzielenie liczby różnych przyczyn, które wystąpiły na każdym skrzyżowaniu, w każdym z badanych lat przez liczbę różnych przyczyn w całym mieście w tych samych latach. Następnie wyliczona została dynamika zmian.

$$W = \frac{\textit{liczba różnych przyczyn zdarzeń na danym skrzyżowaniu}}{\textit{liczba różnych przyczyn zdarzeń w całym mieście}}$$

Dynamika liczona jest osobno dla pierwszych i drugich półroczy badanego okresu. W obu wypadkach półrocza roku 2013 stanowią wartość wyjściową w analizie. Dynamika liczona jest wedle następującego wzoru:

$$D_x = \frac{(W_x - W_{x-1})}{100\%}$$

Wskaźniki 1 i 2 zostały wyliczone dla wszystkich skrzyżowań i zamieszczone w podrozdziałach poświęconych każdemu ze skrzyżowań.

W drugiej części przedstawiono klasyfikację z podziałem na przyczyny poszczególnych incydentów w ujęciu miesięcznym, półrocznym i rocznym. Na podstawie tych wyliczeń przygotowano wykaz przyczyn, które najczęściej powodowały zdarzenia na tych skrzyżowaniach. W dalszej części opracowania skupiono uwagę właśnie na tych najistotniejszych przyczynach i dla nich przedstawiono kolejne analizy i wykresy.

W trzeciej i ostatniej części przedstawiono analizy korelacji i modeli regresji liniowej przyczyn zdarzeń na badanych skrzyżowaniach. Głównym celem przeprowadzenia wyżej wymienionej analizy jest odnalezienie przyczyn, które mogą mieć najwyższą istotność w ogólnej liczby zdarzeń nie tylko ze względu na samą liczebność. Może być to wskazówką, na które determinanty incydentów występujących w Łodzi na analizowanych skrzyżowaniach należy zwrócić szczególną uwagę ze statystycznego punktu widzenia. Dla każdej przyczyny z osobna stworzono model z jedną zmienną objaśnianą. Następnie każdy z modeli został przetestowany pod względem spełnienia założeń modelu regresji liniowej. Jeżeli hipotezy zerowe testów zostały odrzucone – przerwana została dalsza analiza modelu ze względu na wybór niewłaściwej metody estymacji. Dla każdego właściwego modelu natomiast, zaprezentowano wykres rozrzutu zależności liczby zdarzeń spowodowanych poszczególną przyczyną do sumy zdarzeń na danym skrzyżowaniu w danym miesiącu. Każdy punkt na wykresie oznacza pojedynczą obserwację. Dzięki takiej prezentacji danych, możliwe jest zaobserwowanie pewnych tendencji – korelacji zmiennych. Jest to możliwe dzięki wyprowadzeniu prostej zwanej linią regresji. Dobierana jest według klasycznej metody najmniejszych kwadratów (KMNK). Metoda ta, jak sama nazwa wskazuje, polega na dobraniu jak najmniejszej wartości sumy kwadratów odległości poszczególnych obserwacji od linii regresji (trendu)[1]. Dzięki temu możliwe jest oszacowanie

[1] G.S. Maddala, *Ekonometria*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2006, s. 104.

parametrów strukturalnych modelu – zwanych w niniejszej pracy współczynnikiem regresji oraz wyrazem wolnym, oraz współczynnika dopasowania modelu do zgromadzonych obserwacji. Wyraz wolny to punkt przecięcia się linii regresji z osią Y. Współczynnik regresji natomiast to współczynnik nachylenia linii regresji do osi X.

Z analiz tych wynika, że w zdecydowanej większości przypadków nie da się sformułować wniosków ze względu na niespełnienie założeń modelu regresji, brak istotności statystycznej lub słabego dopasowania modelu (współczynnik determinacji R^2). Z tego powodu do złącznika 2 zostały przeniesione przygotowane wykresy oraz tabele danych wraz z komentarzami.

4. ANALIZA SYTUACJI NA WYBRANYCH SKRZYŻOWANIACH W ŁODZI WRAZ Z PROPOZYCJĄ ICH MODERNIZACJI

W dalszej części opracowania przedstawione zostaną przyczyny zdarzeń oraz propozycje ich zniwelowania, z naciskiem na rozwiązania w obszarze infrastruktury.

4.1. Skrzyżowanie Paderewskiego/Pabianicka

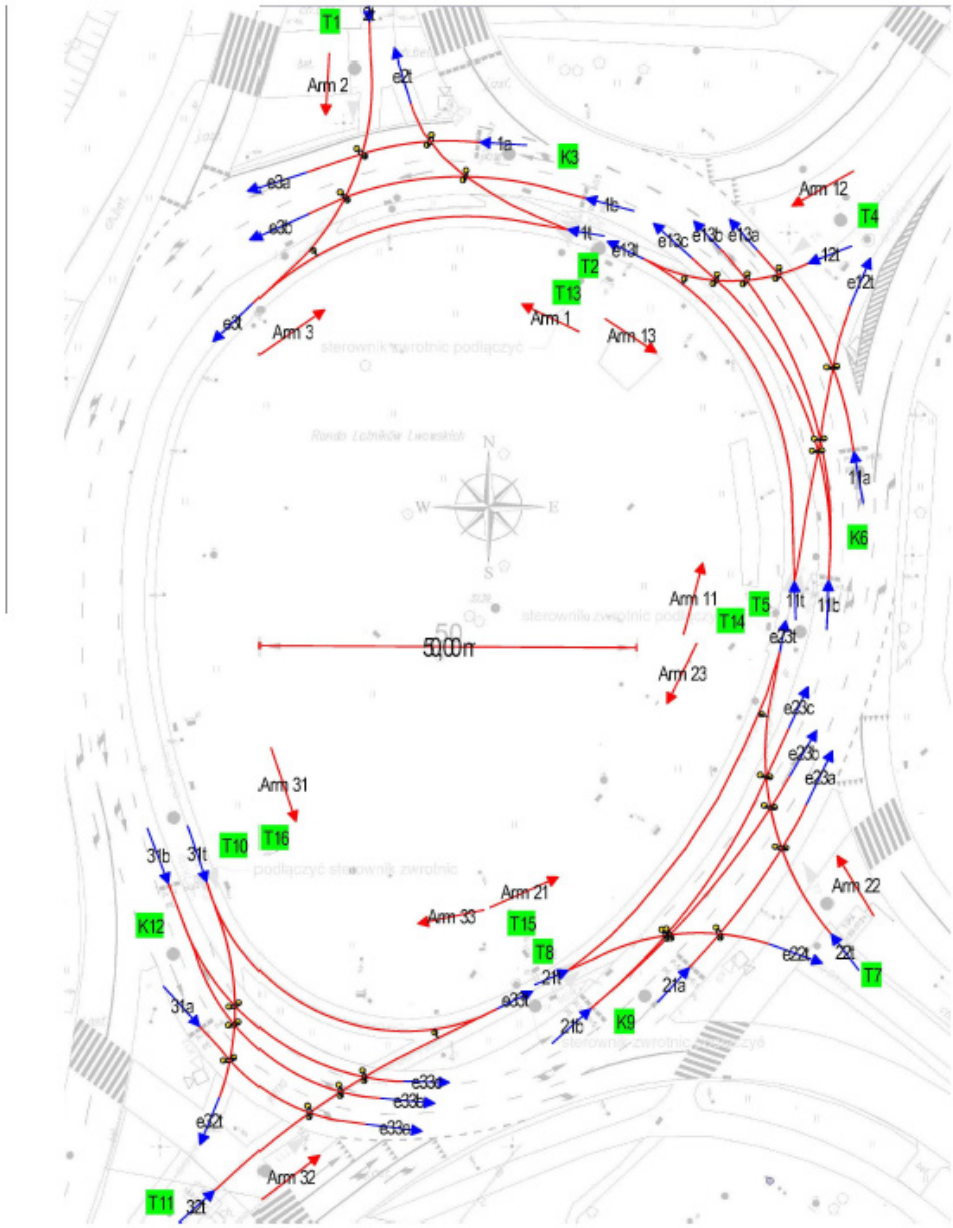
Skrzyżowanie Paderewskiego/Pabianicka zajmuje niechlubne pierwsze miejsce na liście najbardziej niebezpiecznych skrzyżowań w Łodzi. W badanym okresie (1.01.2013–30.06.2016) wystąpiło tutaj aż 371 zdarzeń drogowych.

Zarząd Dróg i Transportu charakteryzuje skrzyżowanie [Paderewskiego] X [Pabianicka] w następujący sposób:

> *Analizowane rondo Lotników Lwowskich znajduje się w południowo-zachodniej części miasta Łódź. Składa się z pięciu wlotów. Jezdnia ronda składa się z dwóch pasów ruchu. Aleja Politechniki jest to północny wlot skrzyżowania o dwóch pasach ruchu. Wlot zachodni ul. Tagorego to jeden pas ruchu. Wlot południowo-zachodni ul. Pabianickiej to trzy pasy ruchu: w prawo wspólny w prawo lub na wprost oraz jeden na wprost. Ul. Paderewskiego jest południowo-wschodnim wlotem, o dwóch pasach ruchu. Wlot północno-wschodni ulicy Pabianickiej to również dwa pasy ruchu. Na czterech wlotach znajdują się torowiska tramwajowe, oddzielając jezdnie o przeciwnych kierunkach ruchu. Ruch tramwajowy odbywa się również po wewnętrznej stronie ronda, oddzielając jezdnie od wyspy środkowej. Na wszystkich wlotach odbywa się ruch pieszy*[1].

[1] Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S030: Pabianicka – rondo Lotników Lwowskich, grudzień 2013. (Materiały uzyskane dzięki uprzejmości Zarządu Dróg i Transportu w Łodzi, dotyczy wszystkich dokumentacji technicznych)

Mapa 1. Schemat skrzyżowania [Paderewskiego] X [Pabianicka] – plan sytuacyjny i punkty kolizji



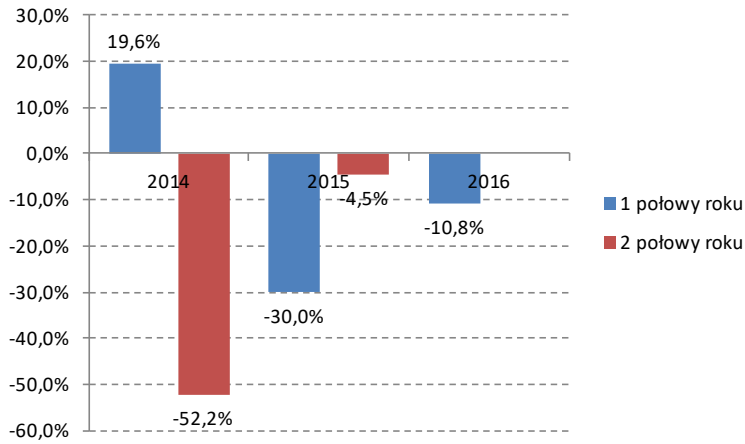
Źródło: Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S030: Pabianicka – rondo Lotników Lwowskich, grudzień 2013

Dalej przedstawione zostaną wskaźniki 1 i 2 danych dotyczących badanego skrzyżowania.

Tabela 2. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] do liczby zdarzeń w całym mieście

Okres	Suma zdarzeń		Wskaźnik	Dynamika w %
	skrzyżowanie	miasto		
I. 2013	53	4628	0,01145	–
I. 2014	66	4921	0,01341	19,6
I. 2015	51	4900	0,01041	–30,0
I. 2016	51	5470	0,00932	–10,8
II. 2013	67	4990	0,01343	–
II. 2014	42	5118	0,00821	–52,2
II. 2015	41	5288	0,00775	–4,5

Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.



Wykres 1. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian

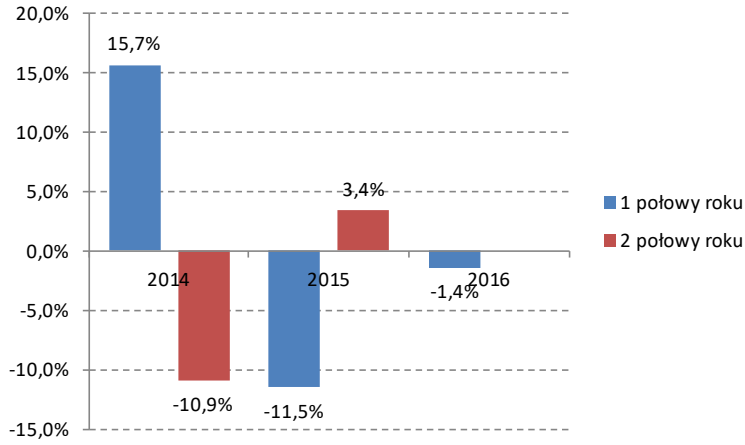
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych przygotowanych przez Wydział Ruchu Drogowego Komendy Miejskiej Policji w Łodzi (dotyczy wykresów 1–50)

Porównując tylko pierwsze półrocza, rok 2014 cechuje niemalże 20% wzrost w stosunku do roku wyjściowego. Wskaźniki pierwszych półroczy 2015 i 2016 cechuje natomiast istotny spadek. W przypadku drugich półroczy, można zauważyć znaczny spadek w 2014 i 2015 w stosunku do drugiego półrocza 2013, przy czym w 2014 roku ten spadek wyniósł ponad 50%.

Tabela 3. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] do liczby przyczyn występujących w całym mieście

Okres	Liczba występujących przyczyn		Wskaźnik	Dynamika w %
	miasto	skrzyżowanie		
I.2013	34	6	0,17647	–
I.2014	33	11	0,33333	15,7
I.2015	32	7	0,21875	–11,5
I.2016	39	8	0,20513	–1,4
II.2013	35	10	0,28571	–
II.2014	34	6	0,17647	–10,9
II.2015	38	8	0,21053	3,4

Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.



Wykres 2. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian

Można zauważyć wyraźny spadek wskaźnika w drugiej połowie 2014 oraz pierwszej połowie 2015. Wzrost wskaźnika w II.2015 spowodowany jest dużo większym zmniejszeniem różnorodności przyczyn, które wystąpiły na badanym skrzyżowaniu niż miało to miejsce w całym mieście.

Klasyfikacja z podziałem na przyczyny poszczególnych incydentów zaprezentowana jest w tab. 5.

Najczęściej występującymi przyczynami zdarzeń okazały się być: niedostosowanie prędkości do warunków ruchu (113) oraz nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu (97). Razem obie te przyczyny były powodem aż 210 zdarzeń – czyli

ponad połowę sumy wszystkich możliwych. Nie jest to jednak wynik zaskakujący, ze względu na typowe wykroczenia kierowców.

Tabela 4. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016

Przyczyny	Wypadki	Kolizje	Razem
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	3	110	113
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	6	91	97
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1	81	82
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	3	27	30
Nieprawidłowe omijanie	0	16	16
Nieprawidłowe skręcanie	0	16	16
Nieustalone	0	4	4
Inne	1	1	2
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla pieszych	1	1	2
Niewłaściwy stan jezdni	0	2	2
Nieprawidłowe cofanie	0	1	1
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla rowerów	1	0	1
Nieprawidłowe wyprzedzanie	0	1	1
Nieprzestrzeganie innych sygnałów	0	1	1
Obiekty, zwierzęta na drodze	0	1	1
Przekraczanie jezdni w miejscu niedozwolonym	1	0	1
Organizacja ruchu	0	1	1
Razem	**17**	**354**	**371**

Najrzadziej – bo tylko pojedynczo – w okresie 01.01.2013–30.06.2016 przyczynami okazały się być przyczyny takie jak: nieprawidłowe cofanie, nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla rowerów, nieprawidłowe wyprzedzanie, nieprzestrzeganie innych sygnałów, obiekty na drodze czy też przekraczanie jezdni w miejscu niedozwolonym. Pozwala to na wnioskowanie, iż na opisywanym powyżej skrzyżowaniu występuje zarówno odpowiednia organizacja ruchu, jak również jej oznakowanie (przejścia dla pieszych, ścieżki rowerowe). Niepokój natomiast budzi fakt, iż kierowcy zachowują niebezpieczną odległość (w aż 30 przypadkach) oraz nieodpowiednio zmieniają pasy ruchu na skrzyżowaniu (82 zdarzenia).

Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] w 2013 roku przedstawiono w tab. 6. Liczba zdarzeń drogowych w 2013 roku wynosiła 120, z czego 37 wystąpiło z powodu nieudzielenia pierwszeństwa przejazdu.

W tabeli 6 zaprezentowano liczbę zdarzeń drogowych, które wystąpiły w 2014 roku na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] oraz ich przyczyny.

Tabela 5. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu		3	3	6	5		**17**	5	2	3	5	2	3	**20**	**37**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	2	5	2	2	1	1	**13**	3	2	1	2	4	2	**14**	**27**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	5		2	1	2	1	**11**	4	2	1	4	3	2	**16**	**27**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	2		1	3		2	**8**		1	1	2	1		**5**	**13**
Nieprawidłowe skręcanie			2	1			**3**		1	2			2	**5**	**8**
Nieprawidłowe omijanie				1			**1**		1		1		1	**3**	**4**
Inne							**0**				1			**1**	**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla pieszych							**0**	1						**1**	**1**
Nieustalone							**0**	1						**1**	**1**
Niewłaściwy stan jezdni							**0**	1						**1**	**1**
Razem	**9**	**8**	**10**	**14**	**8**	**4**	**53**	**15**	**9**	**8**	**15**	**10**	**10**	**67**	**120**

Tabela 6. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	3		4	3	3	6	**19**	2		2	3	1	3	**11**	**30**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	2	4	5	1	2	2	**16**	2	1	1	1	3	2	**10**	**26**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1	2		4	3	1	**11**	4	4	1	1	1	1	**12**	**23**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	1		2	2	1		**6**	1	2	1				**4**	**10**
Nieprawidłowe omijanie		3	3				**6**	1	1				1	**3**	**9**
Nieprawidłowe skręcanie	1	1		1			**3**	1	1					**2**	**5**
Inne	1						**1**							**0**	**1**
Nieustalone					1		**1**							**0**	**1**

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niewłaściwy stan jezdni					1		**1**							**0**	**1**
Nieprzestrzeganie innych sygnałów			1				**1**							**0**	**1**
Obiekty, zwierzęta na drodze						1	**1**							**0**	**1**
Razem	**9**	**10**	**15**	**11**	**11**	**10**	**66**	**11**	**9**	**5**	**5**	**5**	**7**	**42**	**108**

W tabeli 7 przedstawiono przyczyny zdarzeń drogowych w 2015 roku na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka]. W 2015 roku łączna suma zdarzeń wynosiła 92. Liczba zdarzeń drogowych w skali roku sukcesywnie maleje.

Tabela 7. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	3	2	4	3	5	2	**19**	3	2	4	4	2	3	**18**	**37**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	1	4	3	1	2	3	**14**		1	4	1	2		**8**	**22**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	4	3	4		1	2	**14**	2		2	1		2	**7**	**21**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami							**0**		1		1		1	**3**	**3**
Nieprawidłowe skręcanie							**0**	1		1				**2**	**2**
Nieprawidłowe omijanie							**0**						1	**1**	**1**
Nieustalone				1			**1**							**0**	**1**
Nieprawidłowe cofanie				1			**1**							**0**	**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla pieszych						1	**1**							**0**	**1**
Przekraczanie jezdni w miejscu niedozwolonym						1	**1**							**0**	**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla rowerów							**0**	1						**1**	**1**
Nieprawidłowe wyprzedzanie							**0**		1					**1**	**1**
Razem	**8**	**9**	**11**	**6**	**8**	**9**	**51**	**7**	**5**	**11**	**7**	**4**	**7**	**41**	**92**

Tabela 8 dotyczy pierwszej połowy 2016 roku i przedstawione w niej zostały przyczyny zdarzeń drogowych na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka].

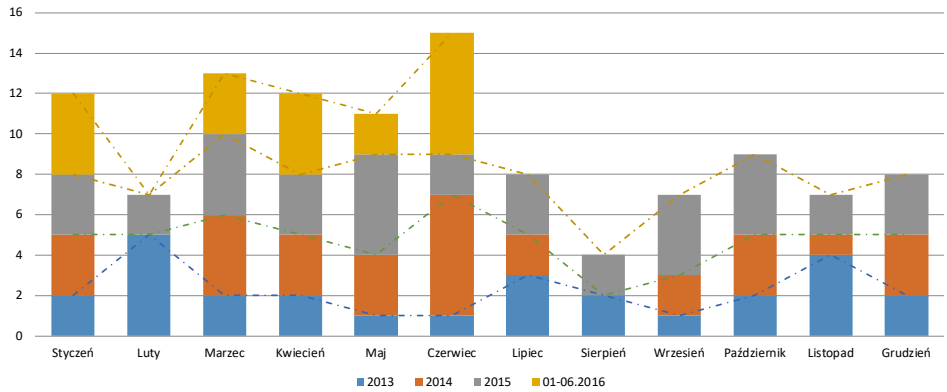
Tabela 8. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.06.2016

Przyczyny	Pierwsze półrocze						Suma
	I	II	III	IV	V	VI	
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	4		3	4	2	6	**19**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu		3	3	3	3	3	**12**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	2	2	2		2		**11**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami		2	1		1		**4**
Nieprawidłowe omijanie						2	**2**
Nieprawidłowe: skręcanie	1						**1**
Nieustalone						1	**1**
Organizacja ruchu						1	**1**
Razem	**7**	**7**	**9**	**7**	**8**	**13**	**51**

Analizując przedstawione wyniki należy zwrócić przede wszystkim uwagę na cztery powtarzające się w badanym okresie przyczyny zdarzeń drogowych:

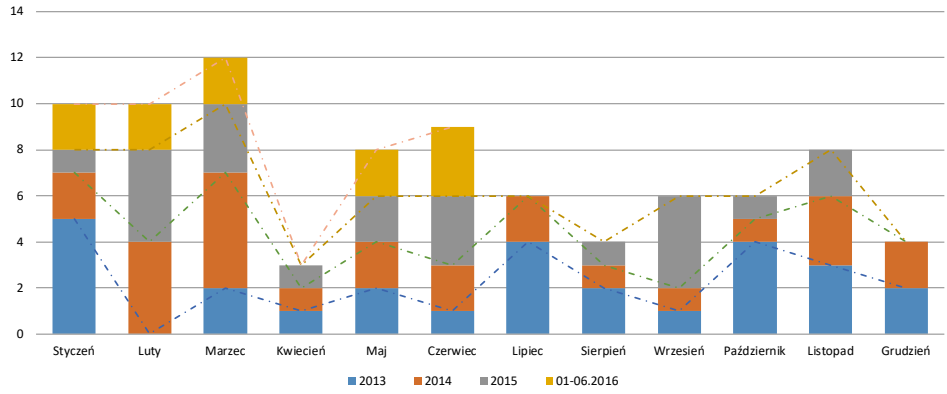
1. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu.
2. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu.
3. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu.
4. Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami.

Na wykresach 3–5 przedstawione zostaną wymienione przyczyny w ujęciu miesięcznym.



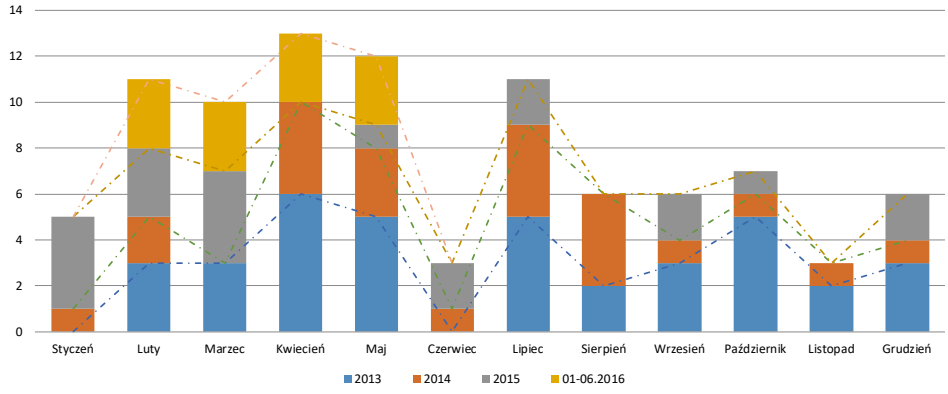
Wykres 3. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu [Paderewskiego] X [Pabianicka]

Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu dominowało w czerwcu w latach 2014 i 2016 – zaobserwować tutaj można po sześć zdarzeń. Warto dodać, że z tej przyczyny, w latach 2013 oraz 2015, w każdym miesiącu odnotowano co najmniej jedno zdarzenie. W miesiącach takich jak luty oraz sierpień wystąpiło najmniej zdarzeń w całym badanym okresie (wykres 3).



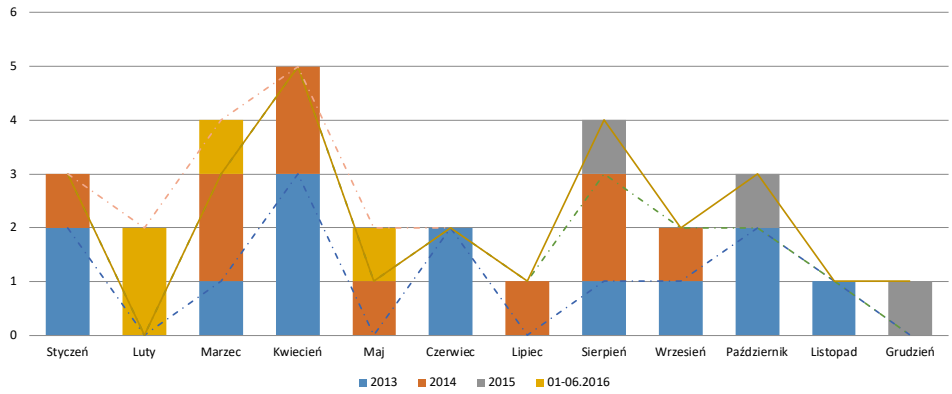
Wykres 4. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu [Paderewskiego] X [Pabianicka]

W latach 2013–2015 widoczne jest nasilenie liczby zdarzeń w ich pierwszej połowie. W roku 2016 początkowe miesiące nie mają już tak dużej liczby incydentów – jest to spowodowane prawdopodobnie otwarciem trasy W-Z i przeniesieniem ruchu na inne odcinki. Najmniej zdarzeń spowodowanych nieprawidłowym zmienianiem pasa ruchu odnotowano w kwietniu, a w 2016 roku nie wystąpiło w tym miesiącu ani jedno zdarzenie (wykres 4).

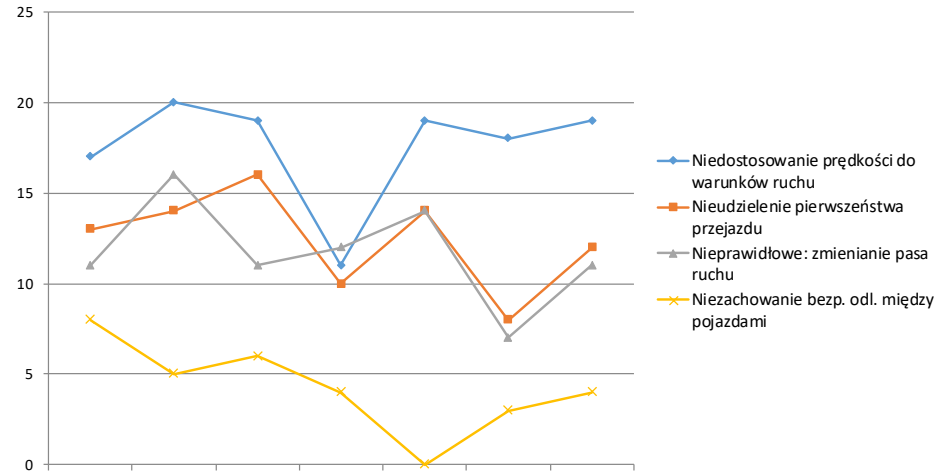


Wykres 5. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Paderewskiego] X [Pabianicka]

Wykres 5 obrazuje wysokość liczby zdarzeń spowodowanych przez nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu z podziałem na miesiące w badanym okresie. Z łatwością można dostrzec przewagę liczby incydentów dotyczącą roku 2013. Najwyższą liczbę sześciu zdarzeń odnotowano w tym właśnie roku w kwietniu, co więcej, w całym badanym okresie najwyższą liczbę zdarzeń odnotowano właśnie w kwietniu . Także w 2016 roku – od lutego do maja miały miejsce po trzy zdarzenia spowodowane nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu przez kierowcę, może to prowadzić do wniosku, że są to szczególnie niebezpieczne miesiące na drodze. Spadki można zaobserwować w styczniu oraz czerwcu.



Wykres 6. Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami [Paderewskiego] X [Pabianicka]



Wykres 7. Przyczyny zdarzeń drogowych [Paderewskiego] X [Pabianicka]

Podczas analizy zdarzeń spowodowanych niezachowaniem bezpiecznej odległości między pojazdami zauważono, że w pierwszej połowie 2015 roku nie wystąpiła z tej przyczyny ani jedna kolizja bądź wypadek (wykres 6).

Podsumowując główne przyczyny zdarzeń drogowych można zauważyć, że sukcesywnie ich liczba się zmniejsza:

Widoczne spadki liczby zdarzeń w okresach po otwarciu trasy Górnej (II połowa 2014) oraz trasy W-Z oraz przebudowy alei Politechniki przy Centrum Handlowym „Sukcesja" (II połowa 2015) – niestety, w następnych okresach liczebność wraca do „normy".

Dla omawianego skrzyżowania dokonano analizy regresji. Otrzymane wyniki nie okazały się satysfakcjonujące, a wyliczenia są zamieszczone w załączniku 3.

Wnioski dotyczące modernizacji

Mapa 2. Propozycja zmiany organizacji ruchu nr 2 – [Paderewskiego] X [Pabianicka]

Źródło: opracowanie własne na podstawie Google Maps oraz wikipedia.com

1. To rondo posiada cztery wjazdy dla tramwajów i samochodów, w tym jeden wlot trzypasmowy przy wjeździe na rondo z ulicy Pabianickiej (pozostałe są dwupasmowe). Proponowanym przez autorów rozwiązaniem mogłaby być przebudowa skrzyżowania, tworząca z niego rondo turbinowe, zamiast obecnie istniejącego.

2. W ostatnim okresie zainstalowano na nim oświetlenie nadające priorytet przejazdu dla tramwajów. Powoduje to zatrzymanie ruchu innych pojazdów w połowie ronda. Może to być powodem występowania licznych zdarzeń drogowych. Rozwiązaniem mogłaby być dalsza rozbudowa sygnalizacji świetlnej, tak aby pojazdy mogły w jednym cyklu świetlnym wjechać, a następnie bezpiecznie opuścić rondo (tak jak zostało to zrobione na rondzie Biłyka).

4.2. Skrzyżowanie Włókniarzy/Bandurskiego

„To jeden z największych węzłów komunikacyjnych w mieście. Krajowa jedynka przecina się tam z łódzką trasą Wschód – Zachód łączącą Widzew z Retkinią. Dziennie przejeżdżają tam tysiące aut, setki autobusów i tramwajów”[2]. Na skrzyżowaniu al. Włókniarzy z al. Bandurskiego wystąpiło 206 zdarzeń w okresie 01.2013– 06.2016.

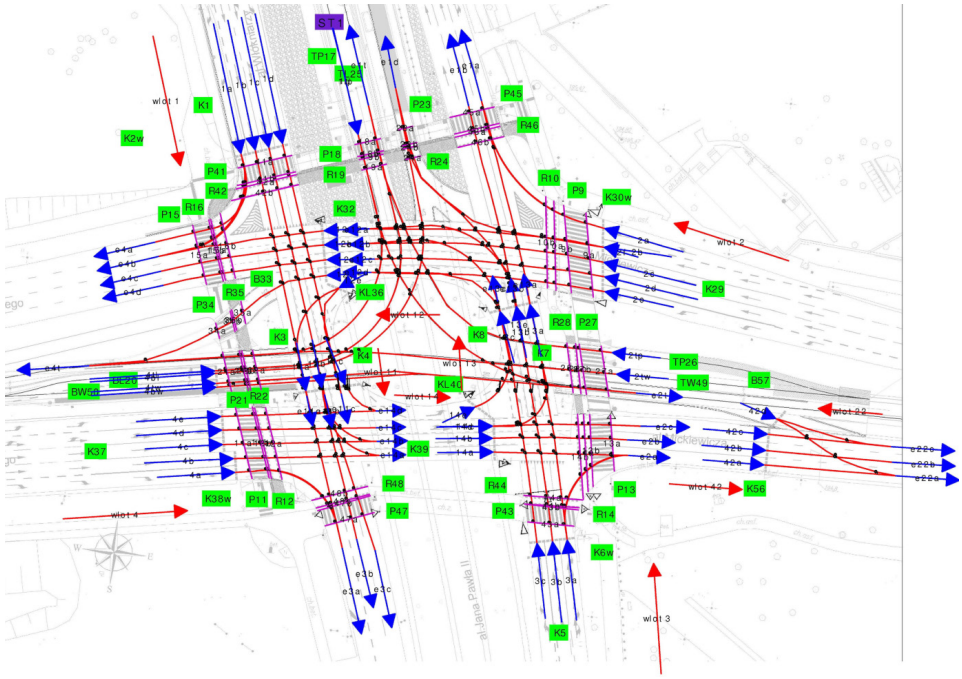
Skrzyżowanie [Włókniarzy] X [Bandurskiego] zostało scharakteryzowane w następujący sposób:

> *Skrzyżowanie znajduje się w zachodniej części Łodzi w terenie zabudowanym i jest to skrzyżowanie z wyspą centralną. Obydwie aleje posiadają w środku szerokie wyspy dzielące, w których znajduje się torowisko tramwajowe (oprócz południowego wlotu al. Włókniarzy). Ruch pieszy poprowadzony jest wokół całej tarczy skrzyżowania. Po południowej i wschodniej stronie skrzyżowania poprowadzone są ścieżki rowerowe. Główny ruch na kierunku północ-południe poprowadzony jest estakadą wzdłuż al. Włókniarzy*[3].

[2] www.lodz.wyborcza.pl/lodz/56,125594,11294614,wlokniarzy-bandurskiego,2.html (dostęp 05.09.2016).

[3] Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S084: al. Włókniarzy – al. Mickiewicza, październik 2013.

Mapa 3. Schemat skrzyżowania [Włókniarzy] X [Bandurskiego] – plan sytuacyjny i punkty kolizji



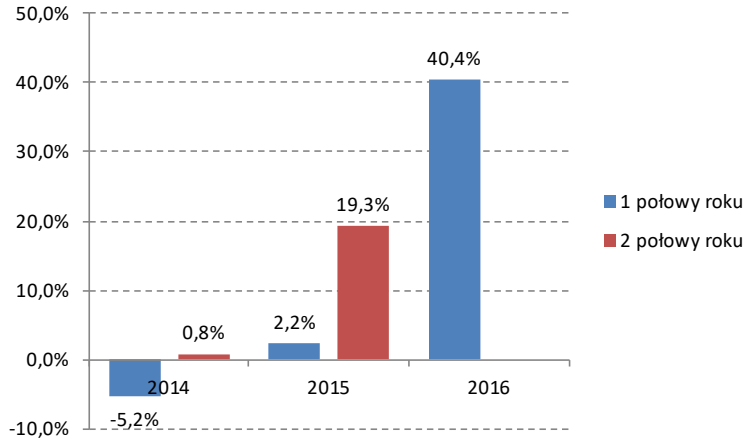
R02: Tory ruchu , punkty kolizji.

Źródło: Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S084: al. Włókniarzy – al. Mickiewicza, październik 2013

Tabela 9. Wskaźnik 1–stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście

Okres	Suma zdarzeń		Wskaźnik	Dynamika w %
	skrzyżowanie	miasto		
I.2013	25	4628	0,00540	–
I.2014	24	4921	0,00488	–5,2
I.2015	25	4900	0,00510	2,2
I.2016	50	5470	0,00914	40,4
II.2013	23	4990	0,00461	–
II.2014	24	5118	0,00469	0,8
II.2015	35	5288	0,00662	19,3

Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.



Wykres 8. Wskaźnik 1– stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian

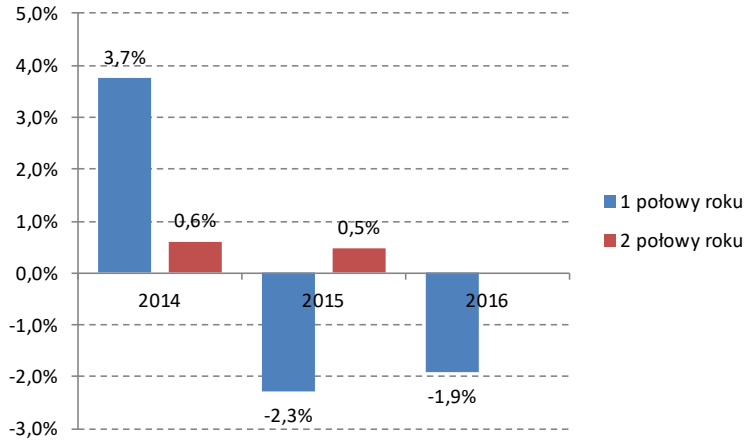
Na skrzyżowaniu al. Włókniarzy oraz al. Bandurskiego można zaobserwować wzrost wartości wskaźnika w pierwszej połowie 2015 oraz 2016 roku. Wskaźnik w I.2016 zwiększył się o 40% – w stosunku do poprzedniego okresu. W drugim półroczu analizowanych okresów także jest widoczny wzrost wartości wskaźnika.

Tabela 10. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście

Okres	Liczba występujących przyczyn		Wskaźnik	Dynamika w %
	miasto	skrzyżowanie		
I.2013	34	8	0,23529	–
I.2014	33	9	0,27273	3,7
I.2015	32	8	0,25	–2,3
I.2016	39	9	0,23077	–1,9
II.2013	35	7	0,2	–
II.2014	34	7	0,20588	0,6
II.2015	38	8	0,21053	0,5

Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.

Na tym skrzyżowaniu można zaobserwować spadki wartości wskaźnika w drugiej połowie każdego z badanych lat w stosunku do odpowiadających im w pierwszej połowie odpowiedniego roku. Można założyć, iż w drugiej połowie 2016 roku tendencja ta się utrzyma.



Wykres 9. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian

Klasyfikacja z podziałem na przyczyny poszczególnych incydentów zaprezentowana jest w tab. 11.

Tabela 11. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016

Przyczyny	Wypadki	Kolizje	Razem
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	4	53	57
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	21	20	41
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	3	34	37
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	0	19	19
Nieprawidłowe skręcanie	1	13	14
Nieprawidłowe omijanie	1	11	12
Wjazd przy czerwonym świetle	0	6	6
Nieustalone	0	3	3
Nieprawidłowe cofanie	0	3	3
Nieustąpienie pierwszeństwa pieszemu na przejściu dla pieszych (od 11.2015)	2	0	2
Wejście na jezdnię przy czerwonym świetle	2	0	2
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	0	1	1
Nieprawidłowe wyprzedzanie	0	1	1
Inne	0	1	1

Tabela 11. cd.

Przyczyny	Wypadki	Kolizje	Razem
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejazdu dla rowerzystów (od 11.2015)	0	1	1
Nieustąpienie pierwszeństwa przejazdu	0	1	1
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	0	1	1
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejazdu dla rowerzystów	1	0	1
Nieprzestrzeganie innych sygnałów	0	1	1
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla rowerów	0	1	1
Inne przyczyny (od 11.2015)	0	1	1
Razem	**35**	**171**	**206**

W przypadku tego skrzyżowania największa liczba zdarzeń spowodowana była dokładnie tak jak poprzednio dwoma najczęściej popełnianymi wykroczeniami: niedostosowanie prędkości do warunków ruchu (57) oraz nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu (42). Pojawiają się również przyczyny takie jak: nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu (38) oraz niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami (20).

Najmniej zdarzeń spowodowanych było przez nieprawidłowe wyprzedzanie oraz nieprzestrzeganie innych sygnałów na drodze. Obie te przyczyny były powodem zaledwie pojedynczych incydentów.

Zastanawia fakt, iż w przypadku tego skrzyżowania przyczyną aż sześciu zdarzeń był wjazd na czerwonym świetle. Warto dodać, że w dwóch przypadkach powodem wypadku okazało się wejście pieszego na jezdnię na czerwonym świetle. Co więcej, nieustąpienie pierwszeństwa pieszemu na przejściu dla pieszych również wystąpiło dwukrotnie.

Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] w 2013 roku przedstawione są w tab. 12. Liczba zdarzeń drogowych w 2013 roku wynosiła 48, z czego 14 wystąpiło z powodu niedostosowania prędkości do warunków ruchu.

Tabela 12. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	1		1	3		1	**6**	2	1	1	3	1		**8**	**14**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu		1		2		1	**4**	1	2				2	**5**	**9**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1		1		1		**3**	1			3		1	**5**	**8**

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	1	1			1	2	**5**	1	1					**2**	**7**
Nieprawidłowe skręcanie			1	1			**2**						1	**1**	**3**
Nieprawidłowe cofanie	1			1			**2**							**0**	**2**
Nieprawidłowe omijanie	1	1					**2**							**0**	**2**
Inne	1						**1**							**0**	**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla rowerów							**0**		1					**1**	**1**
Nieustalone							**0**	1						**1**	**1**
Razem	**6**	**3**	**3**	**7**	**2**	**4**	**25**	**6**	**5**	**1**	**6**	**1**	**4**	**23**	**48**

W tabeli 13 przedstawiono przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] w 2014 roku. Wystąpiło tutaj łącznie 48 zdarzeń drogowych. Najwięcej z nich także spowodowanych było niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu.

Tabela 13. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	4	1			1		**6**	1	1	2	1	1		**6**	**12**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	2		1	1	1	2	**7**	2		1		1		**4**	**11**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu					1	1	**2**		1	2	2	2		**7**	**9**
Nieprawidłowe skręcanie	1				1		**2**		2					**2**	**4**
Wjazd przy czerwonym świetle		2				1	**3**			1				**1**	**4**
Nieprawidłowe omijanie			1				**1**			1		1		**2**	**3**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami			1				**1**				1		1	**2**	**3**
Nieprawidłowe wyprzedzanie	1						**1**							**0**	**1**
Nieprzestrzeganie innych sygnałów						1	**1**							**0**	**1**
Razem	**8**	**3**	**3**	**1**	**4**	**5**	**24**	**3**	**4**	**7**	**4**	**5**	**1**	**24**	**48**

W tabeli 14 przedstawiono przyczyny zdarzeń drogowych w 2015 roku na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego]. W 2015 roku łączna suma zdarzeń wyniosła 60. Liczba zdarzeń drogowych w skali roku w porównaniu z latami poprzednimi wzrosła. Zmieniła się także najczęściej występująca przyczyna – w tym okresie jest to nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu.

Tabela 14. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015

Przyczyny	**Pierwsze półrocze**							**Drugie półrocze**							**Razem**
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	1		1	1	3		**6**	1	4	1	1	1	3	**11**	**17**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu		1	1		2	2	**6**		2		2	1	3	**8**	**14**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu			2	1	1	2	**6**	2					1	**3**	**9**
Nieprawidłowe omijanie							**0**			1		3	2	**6**	**6**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami					1		**1**				1	2		**3**	**4**
Nieprawidłowe skręcanie			1			1	**2**							**0**	**2**
Wjazd przy czerwonym świetle	1					1	**2**							**0**	**2**
Wejście na jezdnię przy czerwonym świetle							**0**				1	1		**2**	**2**
Nieprawidłowe cofanie		1					**1**							**0**	**1**
Nieustalone						1	**1**							**0**	**1**
Nieustąpienie pierwszeństwa pieszemu na przejściu dla pieszych							**0**					1		**1**	**1**
Inne							**0**						1	1	1
Razem	**2**	**2**	**5**	**2**	**7**	**7**	**25**	**3**	**6**	**2**	**5**	**9**	**10**	**35**	**60**

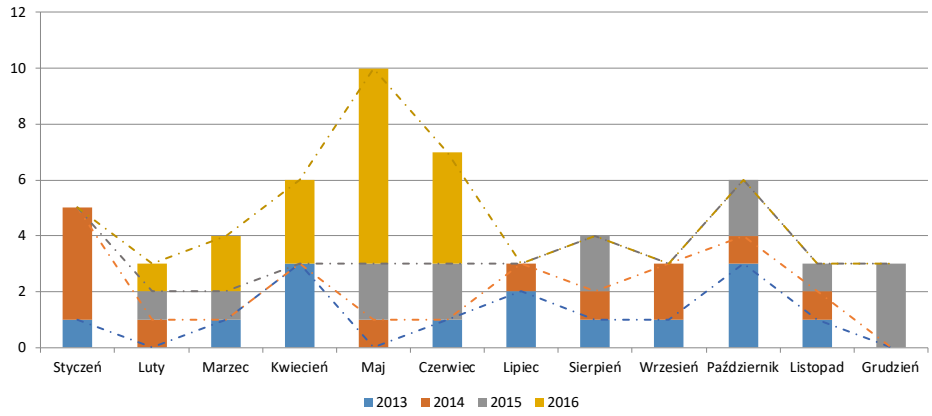
Tabela 15 zawiera dane z pierwszej połowy 2016 roku i również przedstawia przyczyny zdarzeń drogowych na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego]. Liczba zdarzeń drogowych w pierwszej połowie wynosiła aż 50. Jest to bardzo niepokojący wynik, biorąc pod uwagę lata poprzednie. Ponownie główną przyczyną, będącą powodem 17 zdarzeń jest niedostosowanie prędkości do warunków ruchu.

Tabela 15. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.06.2016

Przyczyny	Pierwsze półrocze						Suma
	I	II	III	IV	V	VI	
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu		1	2	3	7	4	**17**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	2	3	1	2	3	1	**12**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami			1	2	2	1	**6**
Nieprawidłowe skręcanie	1	1	2	1			**5**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu			1	2	1	1	**5**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla rowerów				1		1	**2**
Nieprawidłowe omijanie						1	**1**
Nieustalone			1				**1**
Nieustąpienie pierwszeństwa pieszemu na przejściu dla pieszych			1				**1**
Razem	**3**	**5**	**9**	**11**	**13**	**9**	**50**

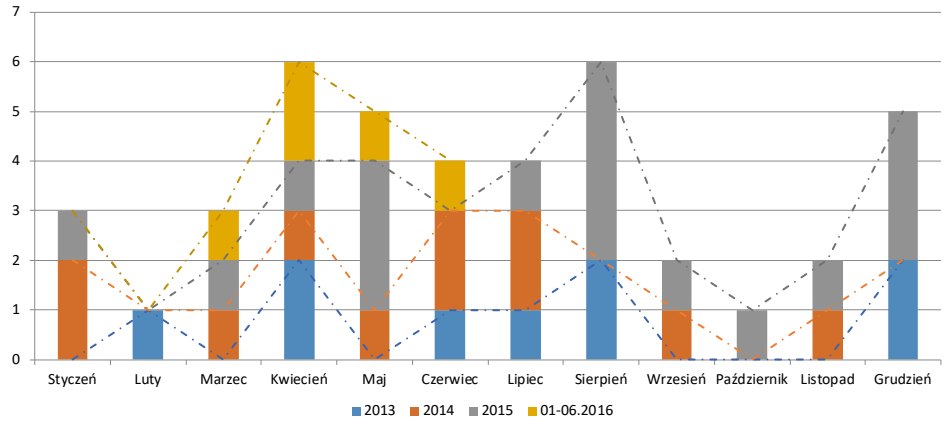
Uwagę należy zwrócić na cztery, najczęściej powtarzające się przyczyny:
1. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu.
2. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu.
3. Nieprawidłowe: zmienianie pasa ruchu.
4. Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami.

Dalej przedstawiono je w ujęciu miesięcznym.



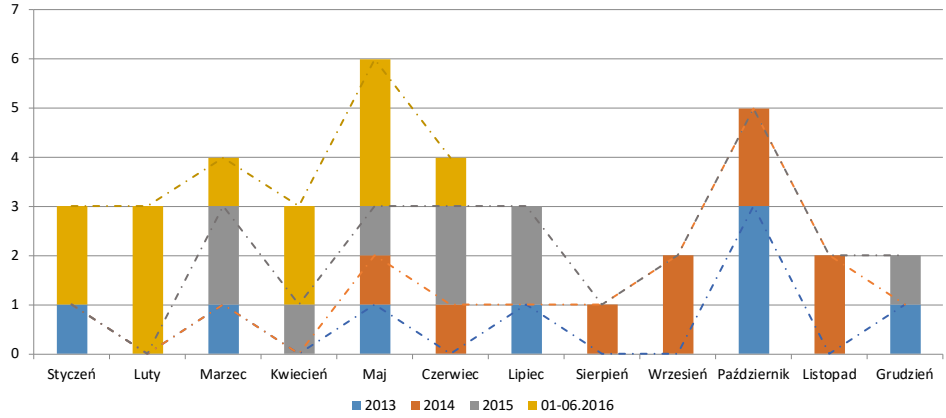
Wykres 10. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu [Włókniarzy] X [Bandurskiego]

Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu jest najczęstszą przyczyną zdarzeń na badanym skrzyżowaniu. Niestety pierwsza połowa roku 2016 charakteryzuje się ich wzrostem w stosunku do poprzednich lat, z wyraźnym nasileniem w maju 2016 (wykres 10).



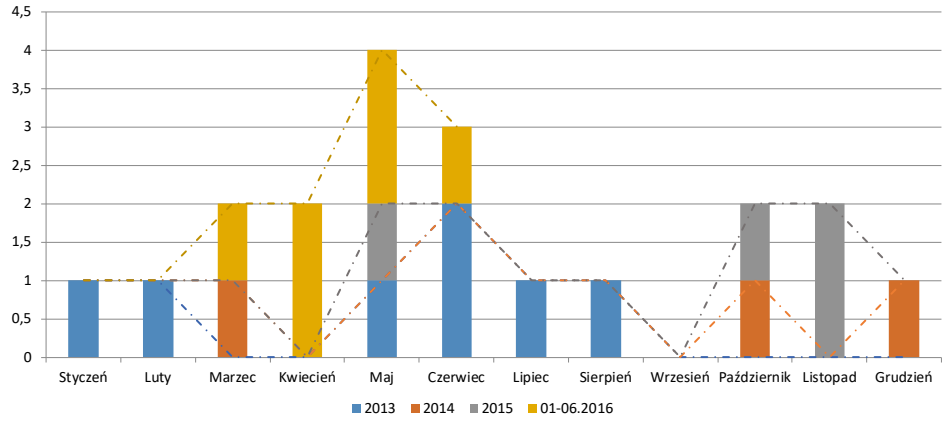
Wykres 11. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Włókniarzy] X [Bandurskiego]

W przypadku nieudzielenia pierwszeństwa przejazdu rok 2015 charakteryzuje wyraźne natężenie zdarzeń wynikających z tego powodu. W pierwszej połowie 2016 roku częstość występowania spadła, osiągając w pierwszych miesiącach poziom zerowy (wykres 11).



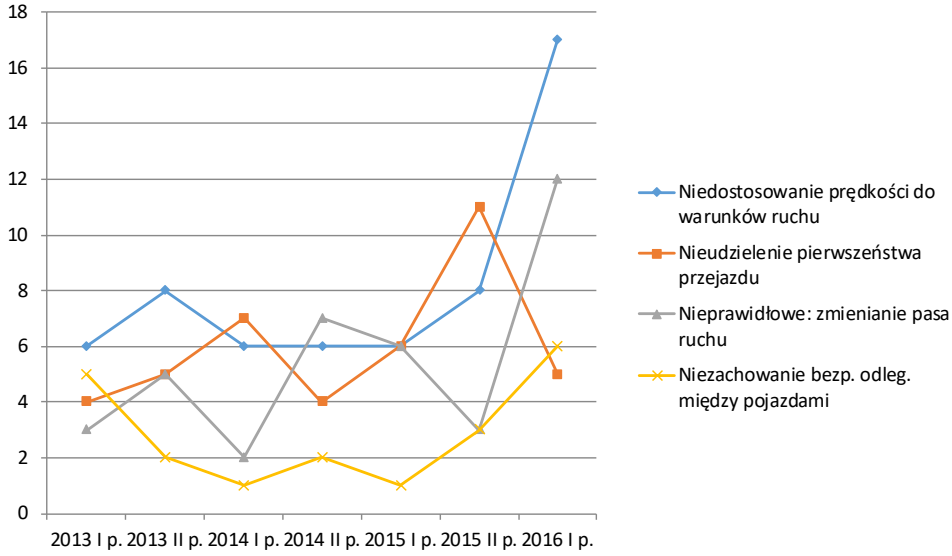
Wykres 12. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu [Włókniarzy] X [Bandurskiego]

Nieprawidłowa zmiana pasa ruchu jako powód wypadków i kolizji jest na wyższym poziomie w lutym i maju 2016 roku, by potem zmaleć w następnym miesiącu (wykres 12).



Wykres 13. Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami [Włókniarzy] X [Bandurskiego]

W wypadku niezachowania bezpiecznej odległości między pojazdami częstotliwość zdarzeń w połowie 2016 roku osiągnęła wysoki poziom w kwietniu i maju 2016 roku. W okresie od drugiej połowy 2013 roku do pierwszej połowy 2015 roku liczba zdarzeń jest niższa (wykres 13).



Wykres 14. Przyczyny zdarzeń drogowych [Włókniarzy] X [Bandurskiego]

Po analizie półrocznych zmian widać wyraźnie, że, za wyjątkiem nieudzielenia pierwszeństwa przejazdu, liczba zdarzeń wzrasta.

Wnioski

1. Skrzyżowanie to w latach 2014–2015 przeszło przebudowę związaną z budową trasy W-Z oraz torowiska tramwajowego.
2. W związku z przebudową występowały okresowe zmiany organizacji ruchu oraz ograniczenia drożności, głównie na kierunku wschód – zachód.
3. Jest to skrzyżowanie o dużym stopniu skomplikowania, znajdujące się na jednej z głównych tras przejazdowych w kierunku N-S oraz głównej trasie w kierunku W-E.
4. Nastąpił wyraźny spadek zdarzeń, których powodem jest nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu.
5. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu jako przyczyna zdarzeń bardzo wyraźnie wzrosła w ostatnim półroczu.
6. Rośnie liczba incydentów wynikających z nieprawidłowego zmieniania pasa ruchu.
7. Problemy ze skrętem z Bandurskiego we Włókniarzy w kierunku północnym i południowym (inna synchronizacja świateł, przejazd tramwajowy)
8. Przystanek autobusowy na skręcie z Włókniarzy w Bandurskiego, znajdujący się przy pasie skrętnym.
9. Problemy ze skrętem z Włókniarzy w Mickiewicza, jadąc od strony północnej.

W dalszej części analizy skrzyżowania zbudowany został model regresji liniowej z jedną zmienną objaśniającą oraz zaprezentowane zostały przeprowadzone wyniki estymacji klasyczną metodą najmniejszych kwadratów. Przedstawiony został wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu w badanym okresie (zob. diagram 6 i wydruk 6 w załączniku 3).

Wnioski dotyczące modernizacji

1. Konsultacje z pracownikami Zarządu Dróg i Transportu w Łodzi wykazały, że, biorąc pod uwagę dane o natężeniu ruchu, obecne rozwiązanie lewoskrętu z al. Bandurskiego w al. Włókniarzy jest jak najbardziej uzasadnione. Jedyną możliwością zmiany mogłoby być zastosowanie sygnalizatora zezwalającego na jazdę na wprost oraz w prawo na jednym z obecnych dwóch pasów prawoskrętu.
2. Stworzenie zagłębienia/zatoczki dla autobusów przy przystanku „Włókniarzy – Łódź Kaliska estakada" przy al. Włókniarzy, przed skrętem w prawo w al. Bandurskiego. Obecnie przystanek znajduje się na pasie skręcającym w prawo.
3. W dłuższej perspektywie należy zaplanować zbudowanie jeszcze jednego poziomu skrzyżowania, tzn. tunelu dwupasmowego na kierunku wschód – zachód.

Mapa 4. Propozycja zmiany organizacji ruchu nr 1 – [Włókniarzy] X [Bandurskiego]

Źródło: opracowanie własne na podstawie Google Maps

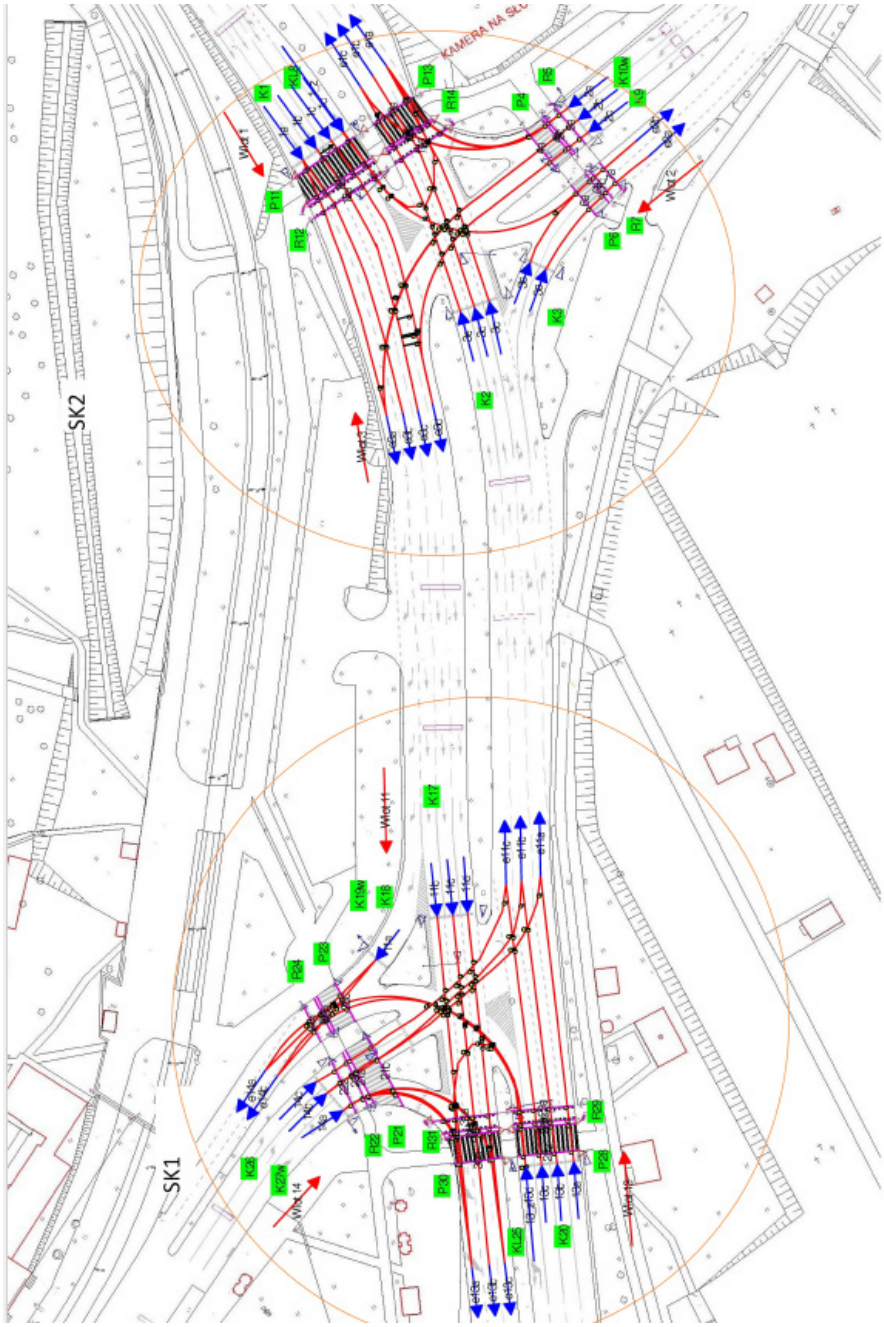
4.3. Skrzyżowanie Strykowska/Wojska Polskiego

Zarząd Dróg i Transportu w Łodzi scharakteryzował skrzyżowanie [Strykowska] X [Wojska Polskiego] w następujący sposób

> *Skrzyżowanie al. Palki – Wojska Polskiego – są to dwa skrzyżowania trzywylotowe. Wlot północny ul. Strykowskiej pierwszego skrzyżowania to trzy pasy ruchu: dwa na wprost oraz wspólny na wprost lub w lewo. Wlot południowy to cztery pasy ruchu: w prawo, wspólny w prawo lub na wprost, oraz dwa na wprost. Na wlocie podporządkowanym znajdują się trzy pasy ruchu: jeden w prawo oraz dwa w lewo. Na północnym wlocie drugiego skrzyżowania znajdują się cztery pasy ruchu: trzy na wprost oraz jeden w prawo, wlot południowy posiada 3 pasy na wprost, oraz jeden w lewo lub do zawracania. Wlot podporządkowany wschodni to trzy pasy: w prawo oraz dwa w lewo. Na wszystkich wlotach skrzyżowania odbywa się ruch pieszy oraz rowerowy. Ruch tramwajowy odbywa się po zachodniej stronie ulicy Strykowskiej oraz po północnej stronie wlotu zachodniego po wydzielonym torowisku w pasie bocznym*[4].

[4] Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S084: S103: al. Palki – ul. Wojska Polskiego, grudzień 2013.

Mapa 5. Schemat skrzyżowania [Strykowska] X [Wojska Polskiego] – plan sytuacyjny i punkty kolizji



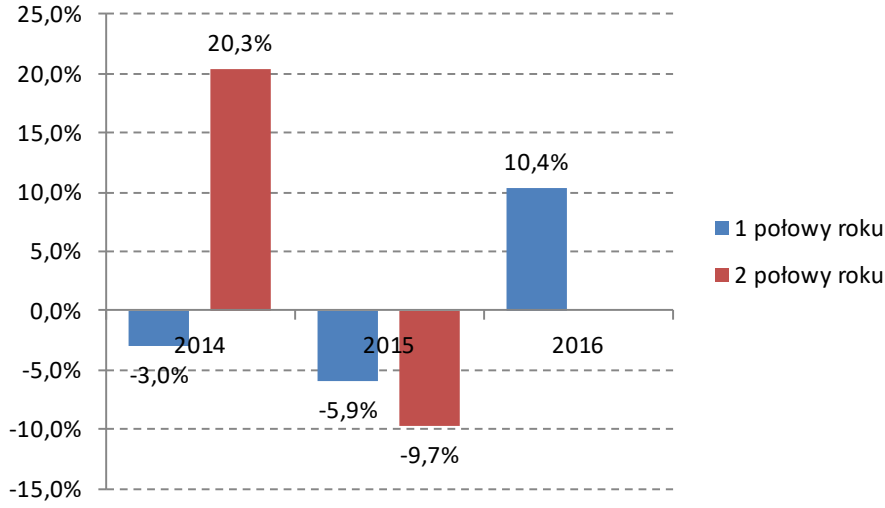
Źródło: Dokumentacja techniczna skrzyżowania. inwestycja S084: S103: al. Palki – ul. Wojska Polskiego, grudzień 2013

W tabeli 16 zostaną przedstawione wskaźniki 1 i 2 danych dotyczących badanego skrzyżowania.

Tabela 16. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście

Okres	Suma zdarzeń		Wskaźnik	Dynamika w %
	skrzyżowanie	miasto		
I.2013	23	4628	0,00497	–
I.2014	23	4921	0,00467	–3,0
I.2015	20	4900	0,00408	–5,9
I.2016	28	5470	0,00512	10,4
II.2013	23	4990	0,00461	–
II.2014	34	5118	0,00664	20,3
II.2015	30	5288	0,00567	–9,7

Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.



Wykres 15. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian

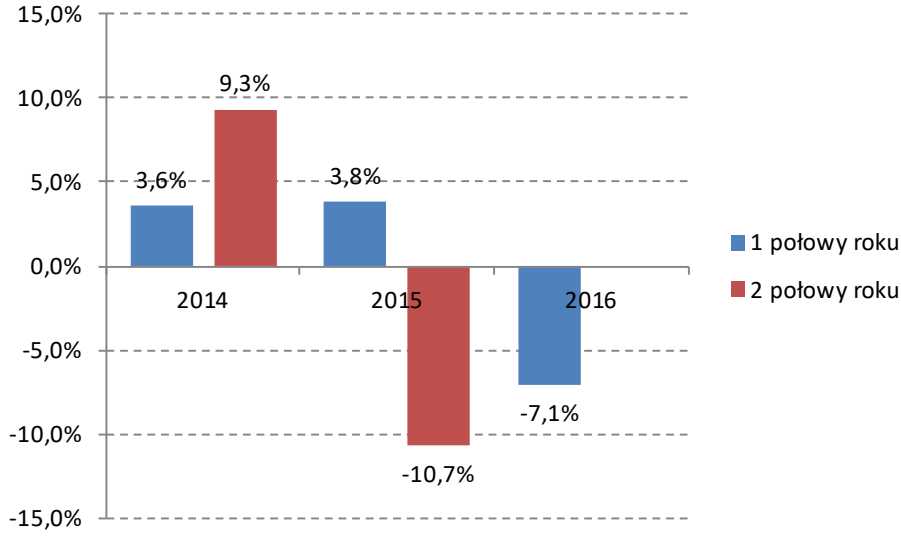
Na tym skrzyżowaniu, w analizie pierwszych półroczy można było zauważyć spadek wskaźnika w 2014 oraz 2015. Niestety I.2016 to już ponowny wzrost o 10%. W analizie drugich półroczy na uwagę zasługuje okres II.2014, kiedy

to wartość wskaźnika osiągnęła 20-procentowy wzrost, by następnie w okresie II.2015 obniżyć się o prawie 10%.

Tabela 17. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście

Okres	Liczba występujących przyczyn		Wskaźnik	Dynamika w %
	miasto	skrzyżowanie		
I.2013	34	6	0,17647	–
I.2014	33	7	0,21212	3,6
I.2015	32	8	0,25	3,8
I.2016	39	7	0,17949	–7,1
II.2013	35	6	0,17143	–
II.2014	34	9	0,26471	9,3
II.2015	38	6	0,15789	–10,7

Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.



Wykres 16. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian

W II.2015 można zauważyć spadek wskaźnika w stosunku do II.2014. Przyczyną mogło być mniejsze natężeniu ruchu na trasie, wynikające z przebudo-

wy trasy W-Z. W pierwszych połowach 2014 oraz 2015 wskaźnik wzrastał, by następnie obniżyć się w I.2016.

Tabela 18. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016

Przyczyny	Wypadki	Kolizje	Razem
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	6	56	**62**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	2	45	**47**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	4	22	**26**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	1	12	**13**
Nieprawidłowe skręcanie	0	9	**9**
Nieprawidłowe omijanie	0	9	**9**
Nieustalone	0	3	**3**
Nieprawidłowe cofanie	0	3	**3**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej	1	3	**4**
Wjazd przy czerwonym świetle	1	1	**2**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla rowerów	1	0	**1**
Gwałtowne hamowanie	0	1	**1**
Nieprawidłowe zawracanie	0	1	**1**
Razem	**16**	**165**	**181**

Skrzyżowanie ulicy Strykowskiej i Wojska Polskiego charakteryzuje się wystąpieniem 181 zdarzeń drogowych w latach 2013–2016. Ponownie pojawia się najczęstsza przyczyna, czyli niedostosowanie prędkości do warunków ruchu. Co ważne, na drugim miejscu znajduje się nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu przez kierowców (47). Kolejność czołówki przyczyn zatem uległa zmianie. Jako jedne z rzadziej pojawiających się przyczyn są, podobnie jak poprzednio, wjazd na czerwonym świetle (3) oraz niedostosowanie się do sygnalizacji świetlnej (4). Pojedynczo pojawiły się także wcześniej nie spotykane przyczyny: gwałtowne hamowanie oraz nieprawidłowe zawracanie.

Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] w 2013 roku przedstawiono w tab. 19. Liczba zdarzeń drogowych w 2013 roku wynosiła 46, z czego 14 wystąpiło z powodu nieprawidłowego zmieniania pasa ruchu.

W tabeli 20 przedstawiono przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] w 2014 roku. W 2014 roku wystąpiło łącznie 57 zdarzeń drogowych. Najwięcej z nich spowodowanych było nieprawidłowym zmienianiem pasa ruchu (18).

Tabela 19. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	2	1			1	4	**8**	1		2	1		2	**6**	**14**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu		2		1	1	1	**5**	1		1	1	1	3	**7**	**12**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu		1		1	2	1	**5**	1	1	3				**5**	**10**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami		1		2			**3**	1				1		**2**	**5**
Nieprawidłowe skręcanie							**0**				2			**2**	**2**
Nieprawidłowe omijanie			1				**1**							**0**	**1**
Nieprawidłowe cofanie			1				**1**							**0**	**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla rowerów							**0**			1				**1**	**1**
Razem	**2**	**5**	**2**	**4**	**4**	**6**	**23**	**4**	**1**	**7**	**4**	**2**	**5**	**23**	**46**

Tabela 20. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu		1	2	1	1	2	**7**	4	1	1	2	1	2	**11**	**18**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu			1	1		3	**5**	1			3	3	3	**10**	**15**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu		1		1	1		**3**	2		1		1		**4**	**7**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami		1		1	2		**4**						1	**1**	**5**
Nieprawidłowe omijanie				1			**1**			1			1	**2**	**3**
Nieprawidłowe skręcanie							**0**	1			2			**3**	**3**
Nieustalone			1				**1**				1			**1**	**2**
Nieprawidłowe cofanie	1				1		**2**							**0**	**2**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej							**0**			1				**1**	**1**
Nieprawidłowe zawracanie							**0**				1			**1**	**1**
Razem	**1**	**3**	**4**	**5**	**5**	**5**	**23**	**8**	**1**	**4**	**9**	**5**	**7**	**34**	**57**

Kolejno przedstawiono przyczyny zdarzeń drogowych w 2015 roku na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego]. W 2015 roku łączna suma zdarzeń wynosiła 50. Widoczna jest tutaj przewaga liczby zdarzeń drogowych spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu – odmiennie niż w latach poprzednich.

Tabela 21. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015

Przyczyny	**Pierwsze półrocze**							**Drugie półrocze**							**Razem**
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	1	2	1	1	1	2	**8**	1	1	5	2	1	4	**14**	**22**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1			1	1		**3**			3	1	2	2	**8**	**11**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	1	2			1		**4**			1	1	1		**3**	**7**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	1						**1**	1				1		**2**	**3**
Nieprawidłowe skręcanie						1	**1**					1	1	**2**	**3**
Nieprawidłowe omijanie						1	**1**			1				**1**	**2**
Nieustalone			1				**1**							**0**	**1**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej						1	**1**							**0**	**1**
Razem	**4**	**4**	**2**	**2**	**3**	**5**	**20**	**2**	**1**	**10**	**4**	**6**	**7**	**30**	**50**

W tabeli 22 przedstawiono przyczyny zdarzeń drogowych na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] w pierwszej połowie 2016 roku. W badanym okresie ponownie najczęściej występującą przyczyną zdarzeń drogowych okazało się niedostosowanie prędkości do warunków ruchu.

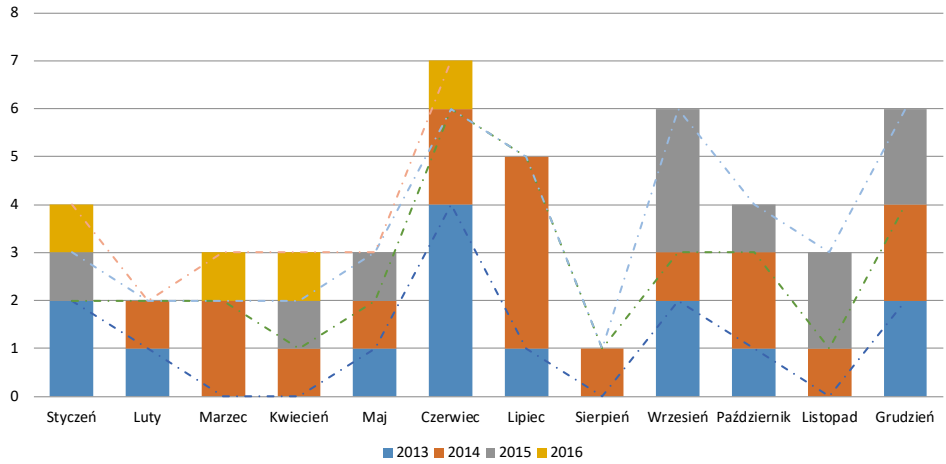
Tabela 22. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.06.2016

Przyczyny	**Pierwsze półrocze**						**Razem**
	I	II	III	IV	V	VI	
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	1	4	1	3	1	3	**13**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1		1	1		1	**4**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej			1	1	1	1	**4**
Nieprawidłowe omijanie			1		1	1	**3**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu				2			**2**
Nieprawidłowe skręcanie					1		**1**
Gwałtowne hamowanie				1			**1**
Razem	**2**	**4**	**4**	**8**	**4**	**6**	**28**

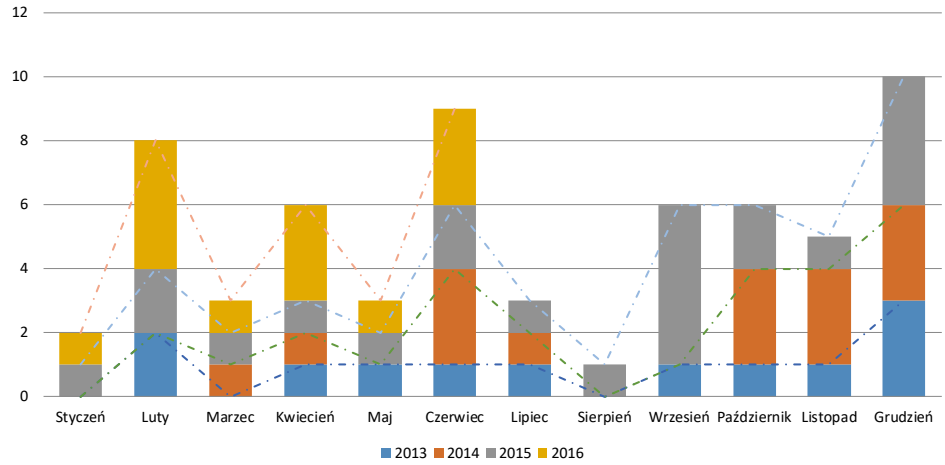
Analizując otrzymane wyniki uwagę należy zwrócić przede wszystkim na cztery powtarzające się przyczyny zdarzeń drogowych:

1. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu.
2. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu.
3. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu.
4. Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami.

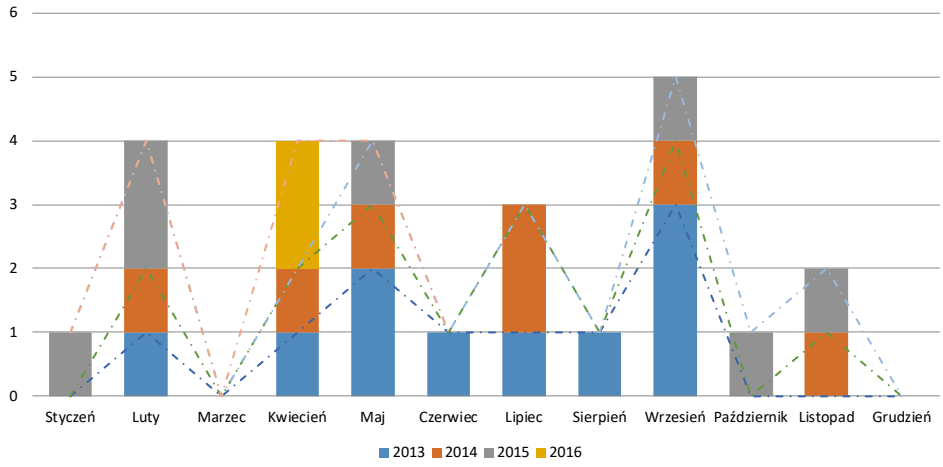
Na przedstawionych dalej wykresach przedstawione zostały one w ujęciu miesięcznym.



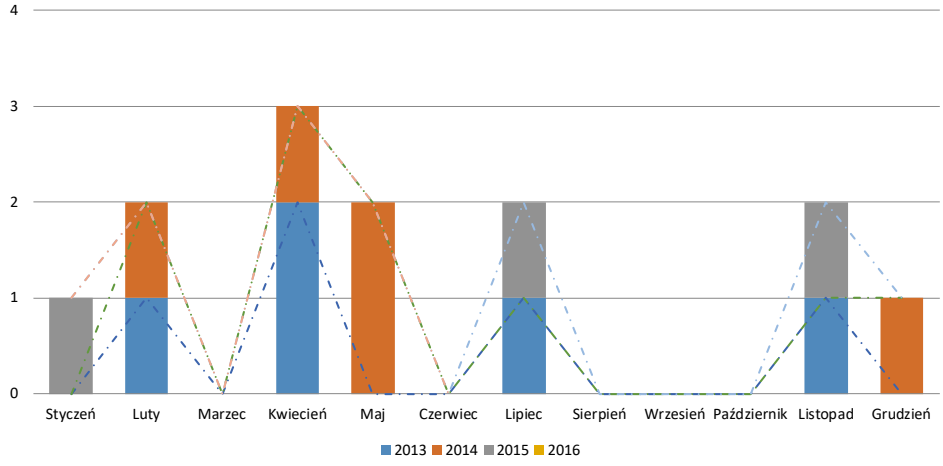
Wykres 17. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu [Strykowska] X [Wojska Polskiego]



Wykres 18. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu [Strykowska] X [Wojska Polskiego]



Wykres 19. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Strykowska] X [Wojska Polskiego]



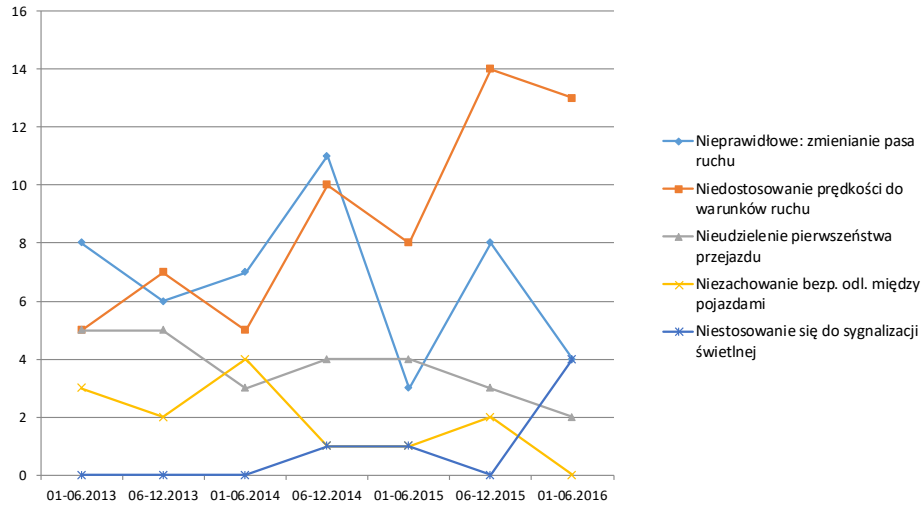
Wykres 20. Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami [Strykowska] X [Wojska Polskiego]

Maksymalna liczba zdarzeń miała miejsce w czerwcu 2013 roku oraz w lipcu 2014 roku – cztery zdarzenia. 2015 rok wykazał wzrost tej liczby, zwłaszcza w drugiej jego połowie. Pierwsza połowa 2016 roku to pojedyncze zdarzenia w styczniu, marcu, kwietniu oraz czerwcu. Najmniej, bo pojedynczy incydent, odnotowano w sierpniu w 2014 roku. Czerwiec okazuje się być miesiącem, w którym najczęściej dochodziło do zdarzeń spowodowanych nieprawidłowym zmienianiem pasa ruchu (wykres 17).

W 2016 roku, podobnie jak w 2015, wstąpiło co najmniej jedno zdarzenie w każdym miesiącu. Najniższą liczbę zdarzeń zaobserwowano natomiast w sierpniu – jedno zdarzenie w 2015 roku (wykres 18).

W 2016 roku pojawiły się jedynie dwa zdarzenia w kwietniu z powodu nieudzielenia pierwszeństwa przejazdu przez kierowców. W marcu oraz grudniu nie wystąpiło ani jedno zdarzenie spowodowane nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu. Najwięcej zdarzeń (5) wystąpiło we wrześniu (wykres 19).

Zdarzeń występujących z powodu niezachowania bezpiecznej odległości między pojazdami wystąpiło w badanym okresie relatywnie mało. W marcu, czerwcu, wrześniu i październiku nie zanotowano ani jednego zdarzenia. Jedynie kwiecień i maj wyróżniają się z liczbą dwóch zdarzeń, kolejno w roku 2013 oraz 2014. W 2016 roku nie zaobserwowano żadnego zdarzenia z tej przyczyny (wykres 20).



Wykres 21. Przyczyny zdarzeń drogowych [Strykowska] X [Wojska Polskiego]

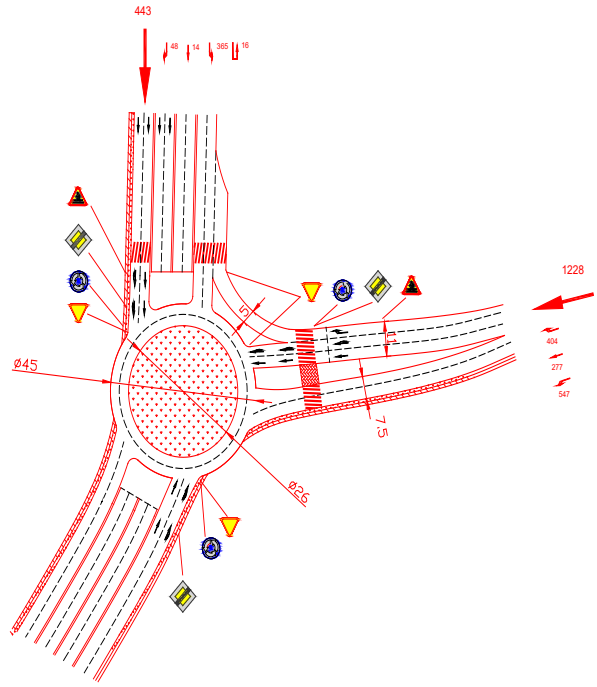
Wnioski

1. Najwyższy wzrost zdarzeń odnotowano w 2015 roku z przyczyny niedostosowania prędkości do warunków ruchu. Niemniej, w pierwszej połowie 2016 roku można zauważyć minimalny spadek liczby zdarzeń.
2. Wyraźnie widać także, że na przełomie lat 2014/2015 znacznie zmalała liczba zdarzeń spowodowanych nieprawidłowym zmienianiem pasa ruchu.
3. Niepokojącym faktem jest to, że w pierwszej połowie 2016 roku wzrosła liczba zdarzeń wynikających z niestosowania się do sygnalizacji świetlnej, która wcześniej pojawiała się sporadycznie.
4. Skrzyżowanie na głównej trasie N-S w mieście oraz główny ciąg komunikacyjny do autostrady A-1 oraz A-2
5. Od II połowy 2015 roku liczba zdarzeń wynikających z niedostosowania prędkości wzrosła o połowę w stosunku do lat poprzednich. Mogło to być spowodowane przebudową trasy W-Z, oraz przeniesienie ruchu na skrzyżowanie.

W dalszej części analizy skrzyżowania zbudowany został model regresji liniowej z jedną zmienną objaśniającą oraz zaprezentowane zostały przeprowadzone wyniki estymacji klasyczną metodą najmniejszych kwadratów. Przedstawiony został wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym zmienianiem pasa ruchu na skrzyżowaniu w badanym okresie (zob. diagram 7 i wydruk 11 w załączniku 3).

Wnioski dotyczące modernizacji

1. Skrzyżowanie znajduje się w niewielkim obniżeniu terenu, przez co zbiegające się z nim ulice obniżają swój bieg na jego wysokości. Powoduje to zwiększenie prędkości pojazdów, a następnie prowadzi do wzrostu liczby zdarzeń drogowych. Rozwiązaniem byłaby tutaj przebudowa skrzyżowania w taki sposób, żeby zostało one podwyższone (w dość „ostrym stopniu" który powodowałby automatyczne wyhamowywania przez kierowców), eliminując istniejącą nieckę.

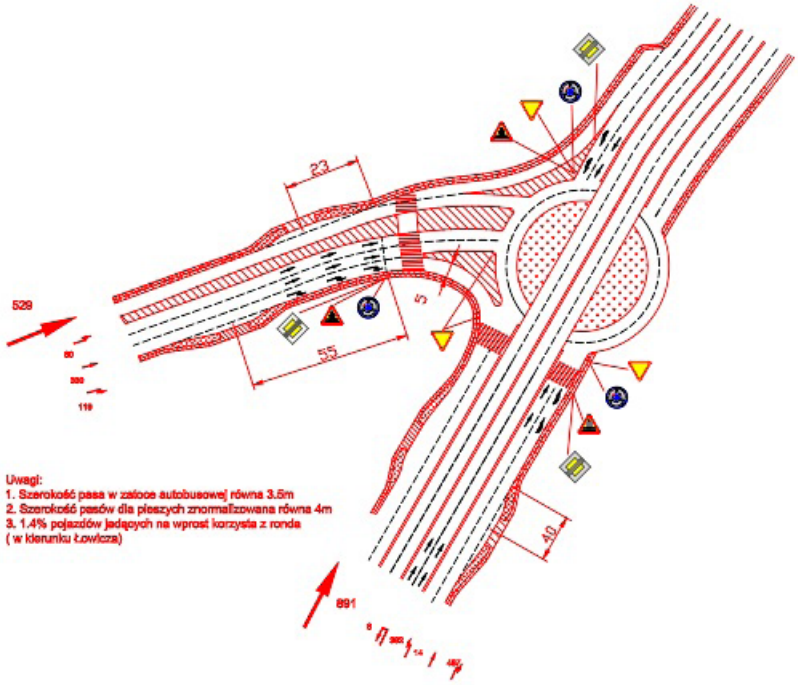


Rysunek 4. Północna część skrzyżowania z rondem

Źródło: K. Smela, Praca przejściowa, Wydział Mechaniczny Politechniki Łódzkiej, Łódź 2009 (mpis)

2. Jednym z możliwych rozwiązań byłaby propozycja przygotowana przez Krzysztofa Smelę, obecnie pracownika Zarządu Dróg i Transportu w Łodzi, w cza-

sie studiów inżynierskich, w tzw. pracy przejściowej. Celem pracy była „ocena warunków ruchu na skrzyżowaniu ulic Strykowskiej oraz Wojska Polskiego w Łodzi, po wprowadzeniu zmian organizacji ruchu”[5]. K. Smela zaproponował kompletną przebudowę skrzyżowania, tworząc dwa ronda oraz estakadę nad nimi, na głównym odcinku drogi – rozwiązanie to miałoby cechować się/wpłynąć na znaczną poprawę bezpieczeństwa oraz udrożnienie przejazdu. Proponowana przez Smelę estakada miała by przejąć ponad 90%[6] ruchu na trasie północ – południe, w stronę ówczesnego głównego wjazdu na autostrady A1 oraz A2 pod Strykowem. Obecnie, należałoby ponownie przeanalizować to rozwiązanie, jako że otwarcie w 2016 roku dalszego odcinka autostrady A1, tworzącej wschodnią obwodnicę Łodzi, zmieniło rozkład potoku ruchu na skrzyżowaniu. Obecnie najbliższy wjazd na autostradę A1 nie znajduje się już za północnym, a za wschodnim zjazdem ze skrzyżowania, na przedłużeniu ulicy Brzezińskiej. Zdaniem przedstawicieli ZDiT, estakada nie byłaby już potrzebna, dzięki zmniejszonemu natężeniu oraz zmianie głównych potoków ruchu, natomiast same ronda mogłyby, po ponownej analizie ruchu na nich, zostać wykorzystane w celu poprawy bezpieczeństwa na tym odcinku.



Rysunek 5. Południowa część skrzyżowania z rondem

Źródło: jak do rys. 4

[5] K. Smela, Praca przejściowa, Wydział Mechaniczny Politechniki Łódzkiej, Łódź 2009, s. 4 (mpis).
[6] Tamże, s. 16

4.4. Skrzyżowanie Rydza Śmigłego/Piłsudskiego

W badanym okresie na skrzyżowaniu doszło do 176 wypadków i kolizji. Skrzyżowanie to zostało scharakteryzowane następująco:

Skrzyżowanie Piłsudskiego – Śmigłego-Rydza jest skrzyżowaniem 4-wlotowym. Drogę z pierwszeństwem przejazdu stanowi ul. Śmigłego-Rydza. Na wszystkich wlotach przeciwne kierunki jazdy rozdziela torowisko tramwajowe. Ruch tramwajowy odbywa się we wszystkich kierunkach. Przystanki tramwajowe usytuowane są na wszystkich wlotach. Północny wlot nadrzędny składa się z 5 pasów ruchu: 2 pasy na wprost, 2 lewoskręty oraz 1 prawoskręt. Południowy wlot składa się z 6 pasów ruchu: 2 pasów na wprost, 2 lewoskrętów, 1 prawoskrętu oraz jednego pasa przeznaczonego dla autobusów. Poprzeczne wloty podporządkowane tworzy ul. Piłsudskiego. Wschodni wlot podporządkowany tworzy 5 pasów ruchu: 1 pas prosto-prawo, 2 pasy na wprost, 2 lewoskręty. Od kierunku zachodniego na ul. Piłsudskiego wydzielono 4 pasy ruchu: 2 lewoskręty, 1 pas prosto oraz 1 pas prosto-prawo. Przejścia dla pieszych oraz przejazdy rowerowe umiejscowione są na wszystkich wlotach. Poniżej przedstawione zostaną wskaźniki 1 i 2 danych dotyczących badanego skrzyżowania[7].

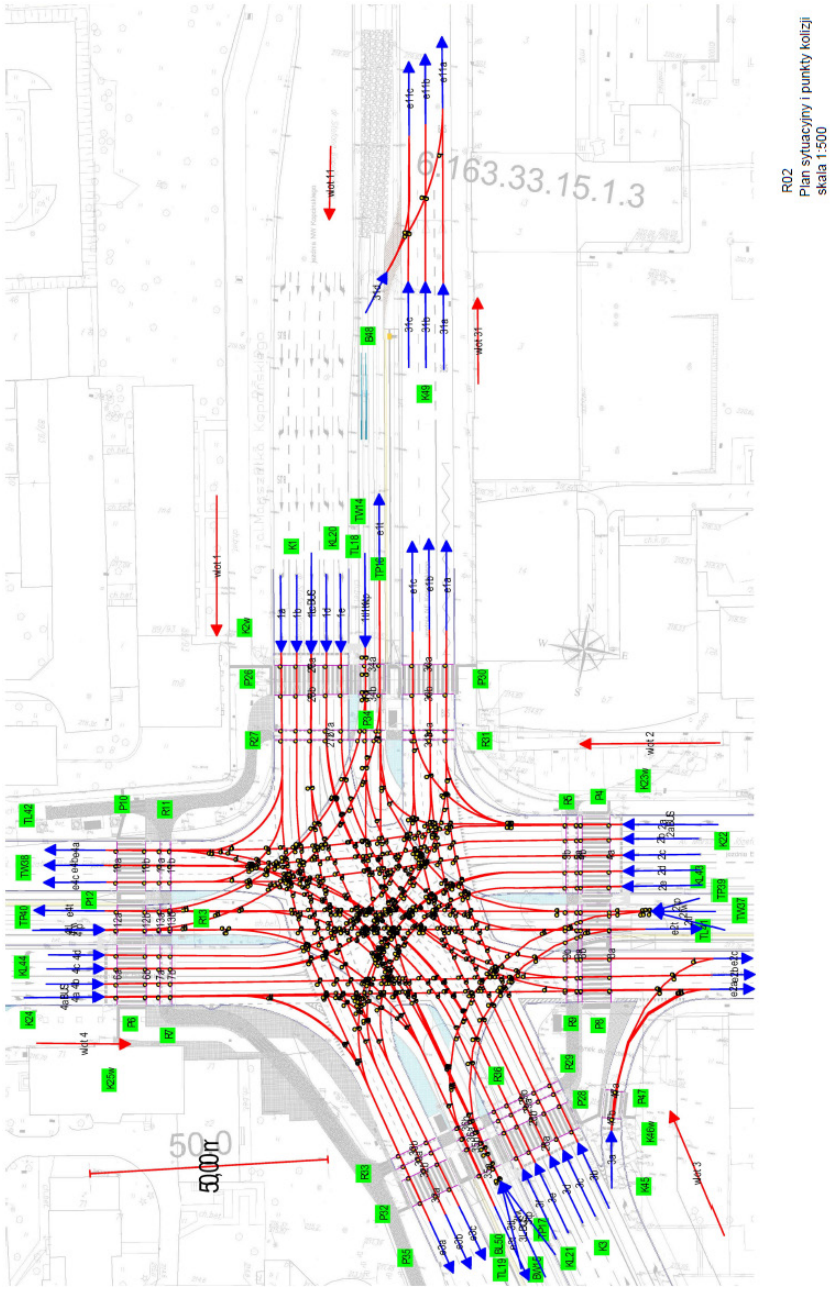
Tabela 23. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście

Okres	Suma zdarzeń		Wskaźnik	Dynamika w %
	skrzyżowanie	miasto		
I.2013	29	4628	0,00627	–
I.2014	32	4921	0,00650	2,4
I.2015	17	4900	0,00347	–30,3
I.2016	29	5470	0,00530	18,3
II.2013	24	4990	0,00481	–
II.2014	27	5118	0,00528	4,7
II.2015	18	5288	0,00340	–18,7

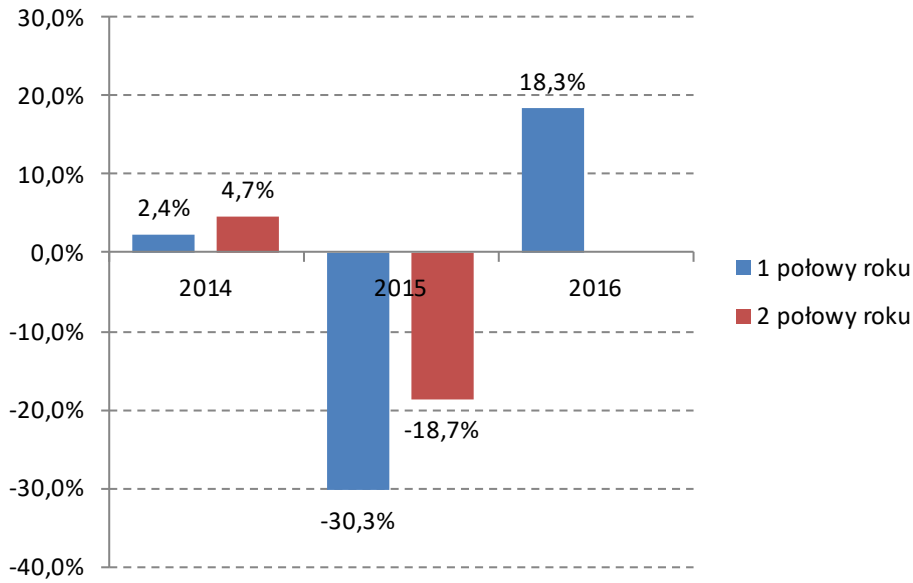
Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.

[7] Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S97: Piłsudskiego – Śmigłego-Rydza, grudzień 2013.

Mapa 6. Schemat skrzyżowania [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego] – plan sytuacyjny i punkty kolizji



Źródło: Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S97: Piłsudskiego – Śmigłego-Rydza, grudzień 2013



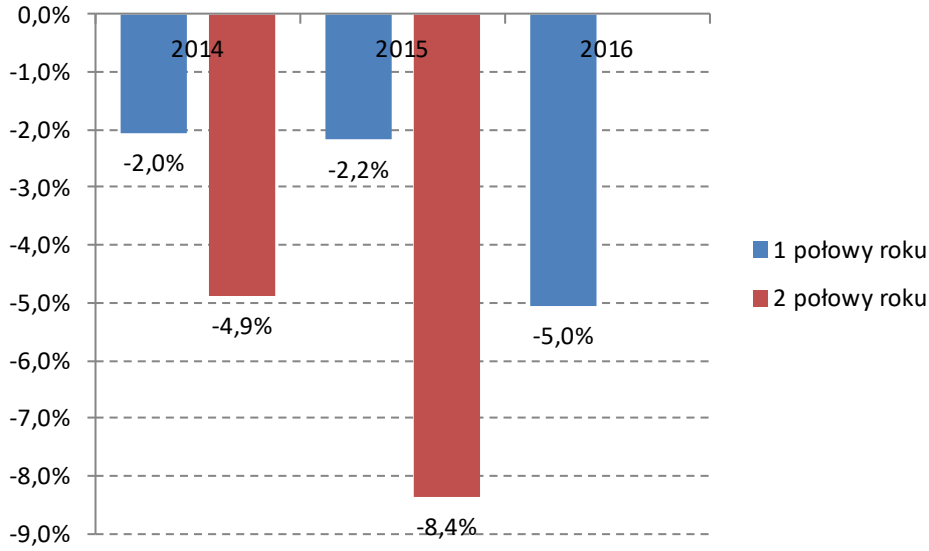
Wykres 22. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian

Na skrzyżowaniu „Marszałków" widoczny jest spadek wskaźnika w obu półroczach 2015 roku. Powodem była przebudowa skrzyżowania oraz trasy W-Z. W pozostałych okresach widoczny jest wzrost.

Tabela 24. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście

Okres	Liczba występujących przyczyn		Wskaźnik	Dynamika w %
	miasto	skrzyżowanie		
I.2013	34	11	0,32353	–
I.2014	33	10	0,30303	–2,0
I.2015	32	9	0,28125	–2,2
I.2016	39	9	0,23077	–5,0
II.2013	35	12	0,34286	–
II.2014	34	10	0,29412	–4,9
II.2015	38	8	0,21053	–8,4

Objaśnienia: I. –pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.



Wykres 23. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian

Na tym skrzyżowaniu widać znaczny spadek wskaźnika we wszystkich badanych okresach.

Klasyfikacja z podziałem na przyczyny poszczególnych incydentów zaprezentowana jest w tab. 25.

Tabela 25. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016

Przyczyny	Wypadki	Kolizje	Razem
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1	33	**34**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	3	29	**32**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	5	22	**27**
Nieprawidłowe skręcanie	0	17	**17**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	0	16	**16**
Nieprawidłowe omijanie	0	11	**11**
Niewłaściwy stan jezdni	0	7	**7**
Nieprawidłowe cofanie	0	4	**4**
Nieprawidłowe wyprzedzanie	0	4	**4**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla pieszych	3	0	**3**
Nieprawidłowe zatrzymywanie, postój	0	3	**3**

Przyczyny	Wypadki	Kolizje	Razem
Nieustalone	0	2	**2**
Wjazd przy czerwonym świetle	0	2	**2**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej (od 11.2015)	0	2	**2**
Inne	1	1	**2**
Z winy pasażera	2	0	**2**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla rowerów	1	0	**1**
Gwałtowne hamowanie	1	0	**1**
Nieprawidłowe omijanie	0	1	**1**
Nieprawidłowe zawracanie	0	1	**1**
Nieostrożne wejście na jezdnię: zza pojazdu, przeszkody	1	0	**1**
Nieprawidłowe cofanie	0	1	**1**
Nieustąpienie pierwszeństwa przejazdu	0	1	**1**
Nieprawidłowe wymijanie	1	0	**1**
Razem	**19**	**157**	**176**

Nieprawidłowe zachowanie kierowcy na tym skrzyżowaniu jest dużym problemem. Pierwsze sześć najczęściej występujących przyczyn wynika właśnie z tego zachowania, będącego powodem ponad 100 zdarzeń.

Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego] w 2013 roku przedstawiono w tab. 26. Liczba zdarzeń drogowych w 2013 roku wynosiła 53, z czego 13 wystąpiło z powodu nieprawidłowego zmieniania pasa ruchu.

Tabela 26. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu		2	1	2		3	**8**	1	1	1	2			**5**	**13**
Nieprawidłowe skręcanie	2		1	1		1	**5**	1		2	1			**4**	**9**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	1				1	1	**3**		2		1		1	**4**	**7**
Nieprawidłowe: omijanie		1				1	**2**		2					**2**	**4**
Niewłaściwy stan jezdni		1	2				**3**					1		**1**	**4**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	1		1				**2**		1				1	**2**	**4**

Tabela 26. cd.

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Inne	1						**1**		1					**1**	**2**
Nieprawidłowe zatrzymywanie, postój						1	**1**				1			**1**	**2**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu		1				1	**2**							**0**	**2**
Gwałtowne hamowanie							**0**			1				**1**	**1**
Nieostrożne wejście na jezdnię: zza pojazdu, przeszkody						1	**1**							**0**	**1**
Nieprawidłowe cofanie						1	**1**							**0**	**1**
Nieprawidłowe wymijanie							**0**	1						**1**	**1**
Nieustalone							**0**						1	**1**	**1**
Wjazd przy czerwonym świetle							**0**	1						**1**	**1**
Razem	**5**	**5**	**5**	**3**	**1**	**10**	**29**	**4**	**7**	**4**	**5**	**1**	**3**	**24**	**53**

W tabeli 27 przedstawiono przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego] w 2014 roku. Wystąpiło tutaj łącznie 59 zdarzeń drogowych. Najwięcej z nich spowodowanych było niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu – 15.

Tabela 27. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	3	1	2		2	2	**10**	1		1	1		2	**5**	**15**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	1		1		3		**5**	1	2	1	1		1	**6**	**11**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1		1		1		**3**	1	1			1	2	**5**	**8**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami		1	2			1	**4**				1	1	1	**3**	**7**
Nieprawidłowe skręcanie			1		1	1	**3**				1		1	**2**	**5**
Nieprawidłowe omijanie			1			1	**2**	1		1				**2**	**4**
Nieprawidłowe wyprzedzanie		1	1				**2**					1		**1**	**3**
Nieustalone					1		**1**							**0**	**1**

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niewłaściwy stan jezdni						1	**1**							**0**	**1**
Wjazd przy czerwonym świetle	1						**1**							**0**	**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla rowerów							**0**	1						**1**	**1**
Z winy pasażera							**0**					1		**1**	**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla pieszych							**0**						1	**1**	**1**
Razem	**6**	**3**	**9**	**0**	**8**	**6**	**32**	**5**	**3**	**3**	**4**	**4**	**8**	**27**	**59**

W tabeli 28 przedstawiono przyczyny zdarzeń drogowych w 2015 roku na skrzyżowaniu [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego]. W 2015 roku łączna suma zdarzeń wynosiła 35. Jest to wynik wyraźnie niższy niż w latach poprzednich.

Tabela 28. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu		2					**2**				1	3	3	**7**	**9**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	2					1	**3**				2	1	1	**4**	**7**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu		1	1		1	1	**4**		1				1	**2**	**6**
Nieprawidłowe skręcanie	1			1			**2**							**0**	**2**
Niewłaściwy stan jezdni			2				**2**							**0**	**2**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	1						**1**						1	**1**	**2**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla pieszych				1			**1**				1			**1**	**2**
Nieprawidłowe omijanie		1					**1**							**0**	**1**
Z winy pasażera					1		**1**							**0**	**1**
Nieprawidłowe zatrzymywanie, postój							**0**			1				**1**	**1**
Nieprawidłowe cofanie							**0**						1	**1**	**1**
Nieprawidłowe zawracanie							**0**						1	**1**	**1**
Razem	**4**	**4**	**3**	**2**	**2**	**2**	**17**	**0**	**1**	**1**	**4**	**4**	**8**	**18**	**35**

W tabeli 29 przedstawiono pierwszą połowę 2016 roku z podziałem na przyczyny zdarzeń drogowych na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego].

Tabela 29. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.06.2016

Przyczyny	**Pierwsze półrocze**						
	I	II	III	IV	V	VI	**Suma**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1		2	1	1	1	**6**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu			2	2	1	1	**6**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu		1	2			1	**4**
Nieprawidłowe omijanie					2	1	**3**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	1		2				**3**
Nieprawidłowe cofanie	1		1			1	**3**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej			1		1		**2**
Nieprawidłowe skręcanie				1			**1**
Nieprawidłowe wyprzedzanie					1		**1**
Razem	**3**	**1**	**10**	**4**	**6**	**5**	**29**

Do najczęstszych przyczyn zdarzeń na analizowanym skrzyżowaniu należą:

1. Nieprawidłowe: zmienianie pasa ruchu.
2. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu.
3. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu.
4. Nieprawidłowe: skręcanie.

Dodatkowo uwagę należy zwrócić na przyczynę jaką jest nieprawidłowe omijanie, która zajmuje szóste miejsce na liście, ale w ostatnim okresie wzrasta.

Na wykresach przedstawione zostaną wymienione przyczyny w ujęciu miesięcznym.

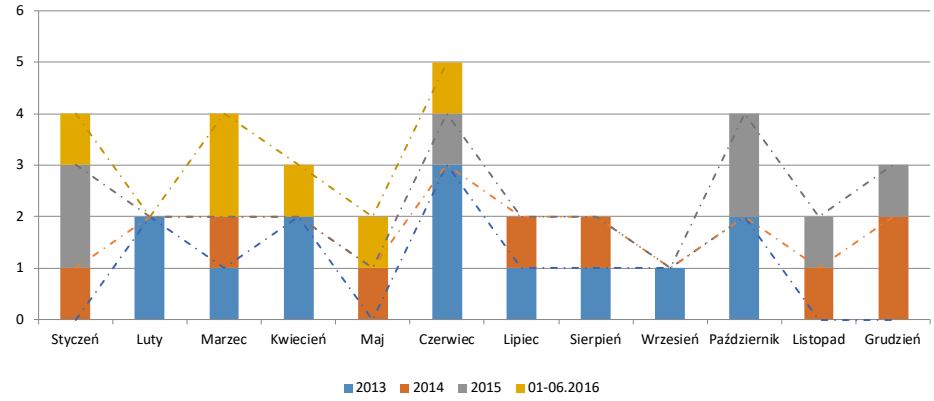
Nieprawidłowa zmiana pasa ruchu wykazuje względnie stały poziom liczby zdarzeń, z kilkoma wyraźnymi wzrostami – ostatnim w marcu 2016 (wykres 24).

Poziom zdarzeń związanych z niedostosowaniem prędkości do warunków wykazuje wyraźne nasilenie w roku 2014. Widoczny jest też nagły skok w marcu 2016 roku (wykres 25).

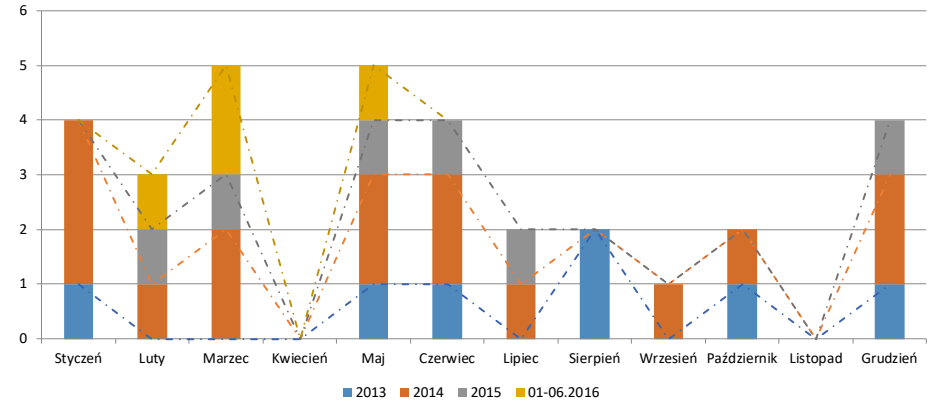
Liczba zdarzeń związanych z nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu dwa razy osiągnęła szczyt – w maju 2014 roku oraz w listopadzie/grudniu 2015 roku. W 2016 roku utrzymuje się na wysokim poziomie (wykres 26).

Nieprawidłowe skręcanie jako przyczyna wypadków wydaje się być wyeliminowane, za wyjątkiem jednego zdarzenia w czerwcu 2016 roku, od połowy roku 2015 nie wystąpiło (wykres 27).

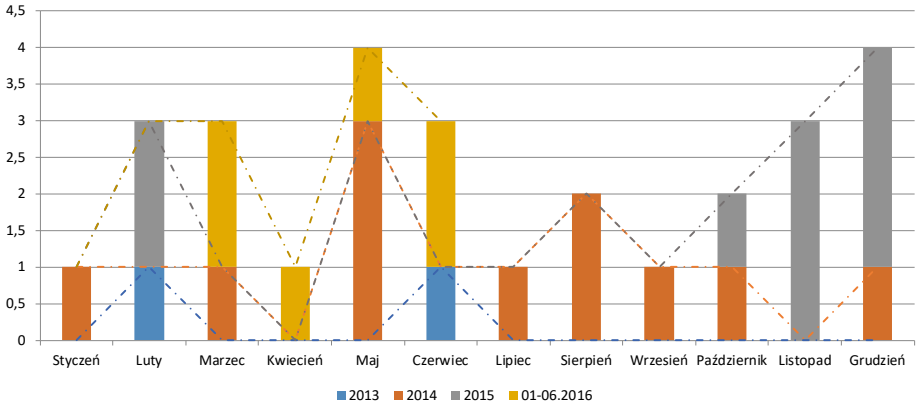
Liczba zdarzeń wynikłych nieprawidłowego omijania wyraźnie wzrosła w pierwszej połowie 2016 roku. W roku 2015 właściwie przyczyna te nie występowała (wykres 28).



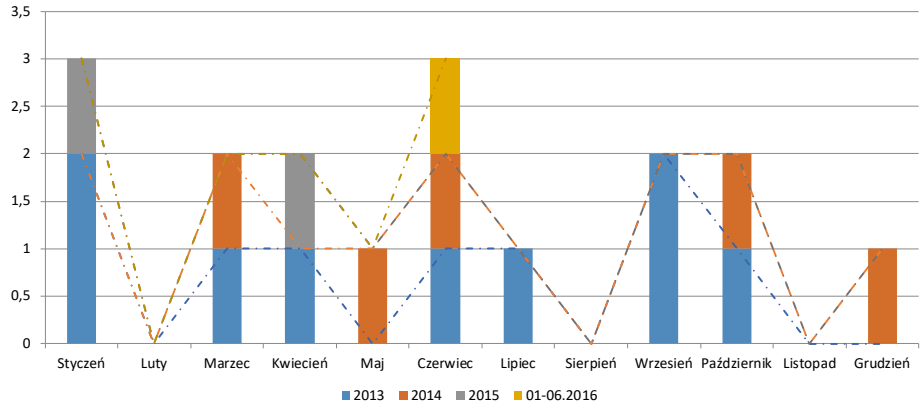
Wykres 24. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego]



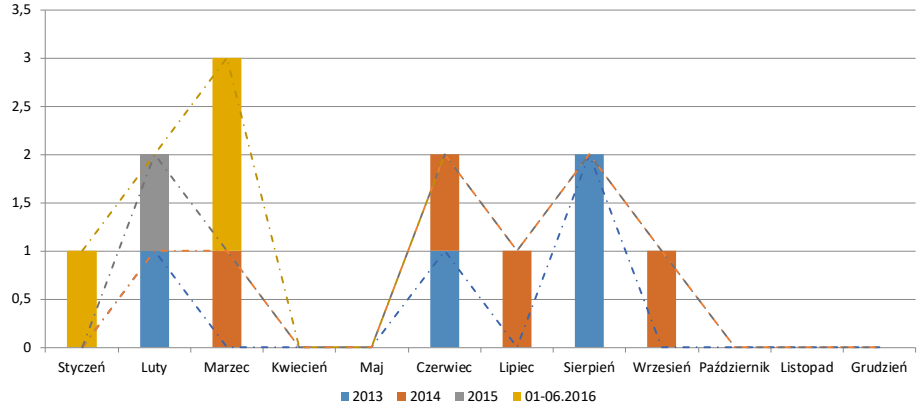
Wykres 25. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego]



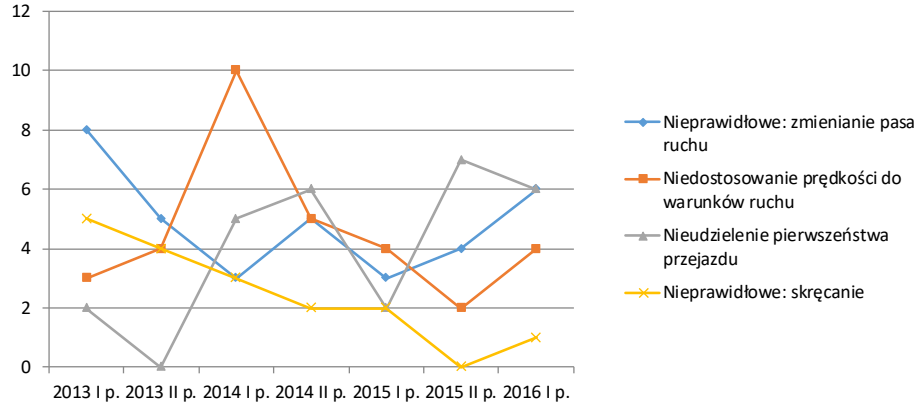
Wykres 26. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego]



Wykres 27. Nieprawidłowe skręcanie [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego]



Wykres 28. Nieprawidłowe omijanie [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego]



Wykres 29. Przyczyny zdarzeń drogowych [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego]

Wnioski

• Skrzyżowanie leży na przecięciu jednego z głównych szlaków na trasie N-S oraz głównego szlaku na trasie W-E.

• Skrzyżowanie przeszło przebudowę związaną z budową trasy W-Z, co jest wyraźnie widoczne na wykresach, gdzie w roku 2015 spada liczba niektórych zdarzeń.

• Na dodatkową uwagę zasługuje rosnąca liczba wypadków i kolizji wynikająca z nieprawidłowego omijania, choć może mieć to związek z otwarciem skrzyżowania po przebudowie i wynikającym z tego zwiększeniu natężenia ruchu. Może na to wpływać także niedokładne wymalowanie znaków poziomych na skrzyżowaniu.

Dla analizowanego skrzyżowania dokonano analizy regresji. Otrzymane wyniki nie okazały się satysfakcjonujące, a wyliczenia są zamieszczone w załączniku 3.

Wnioski do modernizacji

1. Skrzyżowanie jest na tyle ruchliwe, że powinno być skrzyżowaniem bezkolizyjnym – jest to dojazd do autostrady A-1 oraz dworca Łódź Fabryczna. Tak jak na jego odpowiedniku w zachodniej części Łodzi – skrzyżowanie al. Bandurskiego i al. Włókniarzy – powinien tu powstać wiadukt lub tunel na kierunku wschód – zachód.

2. Po wybudowaniu ulicy Nowotargowej dochodzącej do Alei Piłsudskiego, zaproponowano zmiany na skrzyżowaniu al. Piłsudskiego oraz ul. Przędzalnianej, które polegają na likwidacji lewoskrętów i możliwości zawracania. Spowoduje to udrożnienie tego skrzyżowania w kierunku wschód – zachód.

4.5. Skrzyżowanie Mickiewicza/Żeromskiego

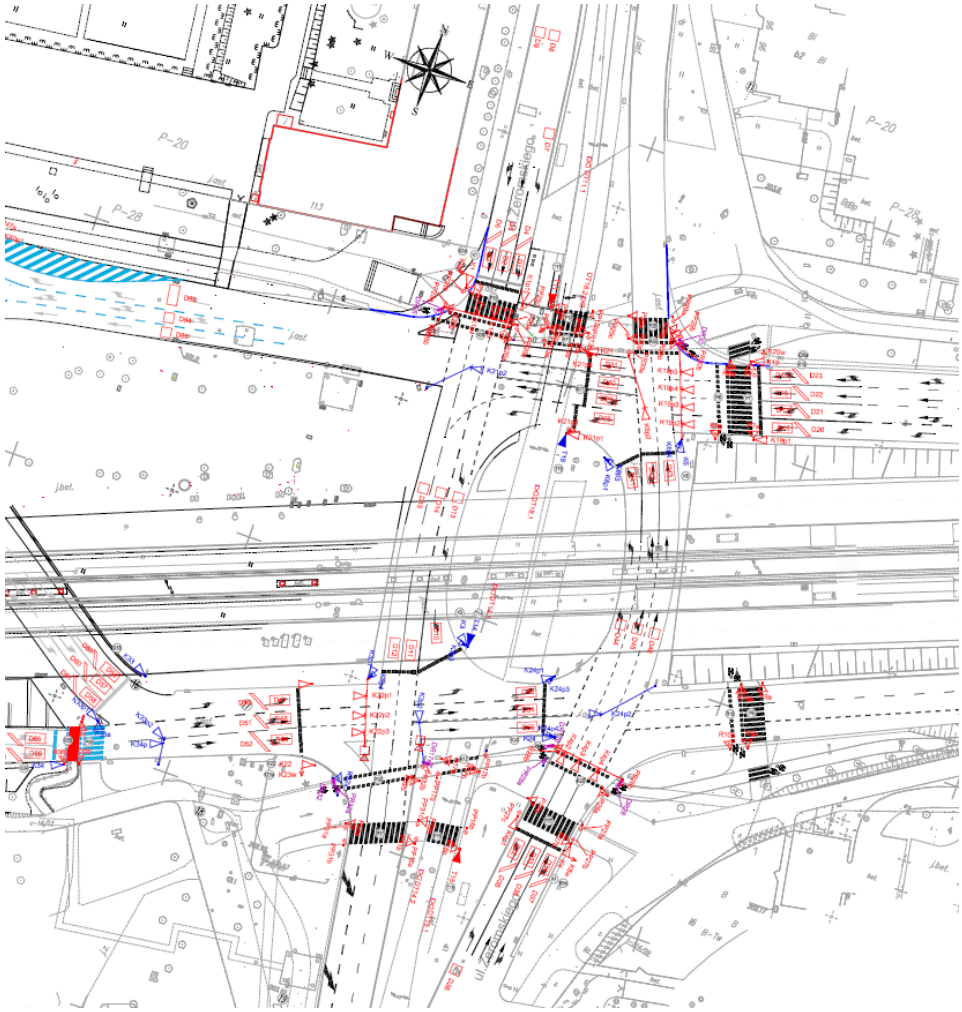
Na skrzyżowaniu alei Mickiewicza i ulicy Żeromskiego miało miejsce łącznie 169 wypadków i kolizji.

Zarząd Dróg i Transportu charakteryzuje skrzyżowanie [Mickiewicza] X [Żeromskiego] w następujący sposób:

Skrzyżowanie ul. Żeromskiego i ul. Mickiewicza znajduje się w zachodnio-południowej części Łodzi na terenie zabudowanym i jest to skrzyżowanie z wyspą centralną. Ul. Żeromskiego jest ulicą z pierwszeństwem przejazdu, posiada ona przekrój 2x3 z pasem dzielącym, wewnątrz którego zlokalizowane jest torowisko tramwajowe. Na północnym wlocie zlokalizowana jest wyspa kanalizująca wydzielająca by-pass. Od południowej strony przez ul. Żeromskiego poprowadzona jest ścieżka rowerowa. Ruch pieszy nie występu-

je w obrębie tarczy skrzyżowania. Al. Mickiewicza również posiada szeroki pas dzielący, w którym zlokalizowane jest torowisko, z tym że poprowadzone jest ono pod tarczą skrzyżowania[8].

Mapa 7. Schemat skrzyżowania [Mickiewicza] X [Żeromskiego] – plan sytuacyjny i punkty kolizji



Źródło: Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S137: ul. Żeromskiego – ul. Mickiewicza, grudzień 2013

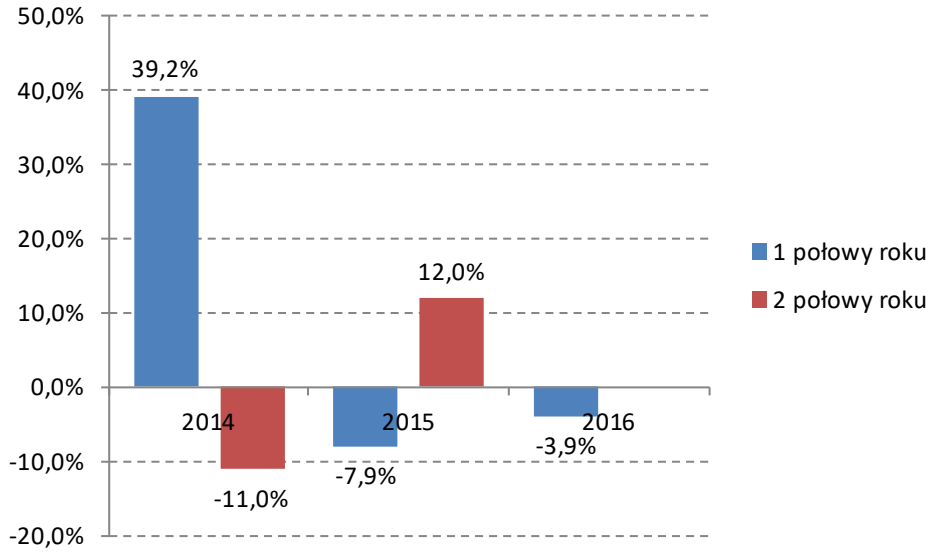
[8] Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S137: ul. Żeromskiego – ul. Mickiewicza, grudzień 2013.

Dalej przedstawione zostaną wskaźniki 1 i 2 danych dotyczących badanego skrzyżowania.

Tabela 30. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście

Okres	Suma zdarzeń		Wskaźnik	Dynamika w %
	skrzyżowanie	miasto		
I.2013	11	4628	0,00238	–
I.2014	31	4921	0,00630	39,2
I.2015	27	4900	0,00551	–7,9
I.2016	28	5470	0,00512	–3,9
II.2013	25	4990	0,00501	–
II.2014	20	5118	0,00391	–11,0
II.2015	27	5288	0,00511	12,0

Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.



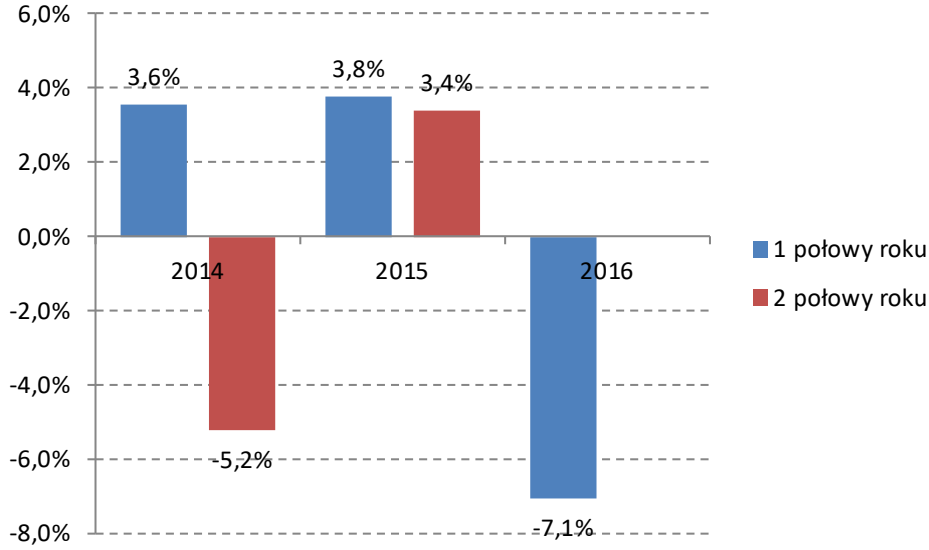
Wykres 30. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian

Na analizowanym skrzyżowaniu widoczny jest wyraźny wzrost wartości w pierwszej połowie 2014 roku. Zauważalny wzrost nastąpił też w II.2015. We wszystkich pozostałych okresach można zauważyć spadek wskaźnika.

Tabela 31. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście

Okres	Liczba występujących przyczyn		Wskaźnik	Dynamika w %
	miasto	skrzyżowanie		
I.2013	34	6	0,17647	–
I.2014	33	7	0,21212	3,6
I.2015	32	8	0,25	3,8
I.2016	39	7	0,17949	–7,1
II.2013	35	8	0,22857	–
II.2014	34	6	0,17647	–5,2
II.2015	38	8	0,21053	3,4

Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.



Wykres 31. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian

W powyższym wypadku okres I.2016 osiągnął wartość porównywalną do wyjściowego okresu I.2013. Okresy II.2014 i I.2016 to widoczne spadki wartości wskaźnika.

Klasyfikacja z podziałem na przyczyny poszczególnych incydentów zaprezentowana jest w tab. 32.

W badanym wypadku najczęstszą przyczyną jest wjazd na skrzyżowanie przy czerwonym świetle (42 zdarzenia), warto też zwrócić uwagę na czwartą najczęstszą przyczynę, którą jest niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej (23 zdarzenia), co daje łączną liczbę 65 zdarzeń związanych z sygnalizacją świetlną.

Tabela 32. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016

Przyczyny	Wypadki	Kolizje	Razem
Wjazd przy czerwonym świetle	11	31	**42**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	0	27	**27**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	2	23	**25**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej (od 11.2015)	4	19	**23**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	2	18	**20**
Niezachowanie bezpiecznej odległosci między pojazdami	0	8	**8**
Nieprawidłowe skręcanie	0	5	**5**
Nieprawidłowe omijanie	0	5	**5**
Nieustalone	2	0	**2**
Nieprawidłowe cofanie	0	2	**2**
Niewłaściwy stan jezdni	1	1	**2**
Nieprzestrzeganie innych sygnałów	1	1	**2**
Gwałtowne hamowanie	1	0	**1**
Inne	0	1	**1**
Nieustąpienie pierwszeństwa przejazdu	1	0	**1**
Nieprawidłowe wymijanie	0	1	**1**
Inne przyczyny (od 11.2015)	0	1	**1**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	0	1	**1**
Razem	**25**	**144**	**169**

Tabela 33. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Wjazd przy czerwonym świetle	1						**1**					6	4	**10**	**11**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	1			1	1	3	**6**	2		1			1	**4**	**10**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu						1	**1**			1		2	1	**4**	**5**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu						1	**1**			1	1	1		**3**	**4**
Nieprawidłowe cofanie	1						**1**					1		**1**	**2**

Tabela 33. cd.

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niewłaściwy stan jezdni						1	**1**				1			**1**	**2**
Nieprawidłowe skręcanie							**0**				1			**1**	**1**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami							**0**						1	**1**	**1**
Razem	**3**	**0**	**0**	**1**	**1**	**6**	**11**	**2**	**0**	**3**	**3**	**10**	**7**	**25**	**36**

W tabeli 34 przedstawiono przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] w 2014 roku. Wystąpiło tutaj łącznie 51 zdarzeń drogowych. Najwięcej z nich spowodowanych było wjazdem na czerwonym świetle. Liczba ta wzrosła w porównaniu do roku poprzedniego.

Tabela 34. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Wjazd przy czerwonym świetle	4	2	4		1		**11**	3	1	2		1	2	**9**	**20**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1		1	2	1	2	**7**	1			1			**2**	**9**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	1	1	2			1	**5**		1			1	1	**3**	**8**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	1	2	2				**5**							**0**	**5**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami		1					**1**		1		1	1		**3**	**4**
Nieprawidłowe skręcanie							**0**				2			**2**	**2**
Nieprzestrzeganie innych sygnałów				1			**1**		1					**1**	**2**
Nieprawidłowe omijanie					1		**1**							**0**	**1**
Razem	**7**	**6**	**9**	**3**	**3**	**3**	**31**	**4**	**4**	**2**	**4**	**3**	**3**	**20**	**51**

Kolejno przedstawiono przyczyny zdarzeń drogowych w 2015 roku na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego]. W tym roku łączna suma zdarzeń wynosiła 54. Liczba zdarzeń drogowych w ujęciu rocznym sukcesywnie rośnie.

Tabela 35. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1	3	1		2	1	**8**	1		2				**3**	**11**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	2		1				**3**	1	3	1	1	1	1	**8**	**11**
Wjazd przy czerwonym świetle	3	3	1	2			**9**				2			**2**	**11**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej							**0**					2	5	**7**	**7**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu						1	**1**		1	1		1		**3**	**4**
Nieprawidłowe omijanie			1		1	1	**3**				1			**1**	**4**
Nieprawidłowe skręcanie							**0**	1			1			**2**	**2**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami							**0**			1				**1**	**1**
Nieprawidłowe wymijanie			1				**1**							**0**	**1**
Inne					1		**1**							**0**	**1**
Gwałtowne hamowanie						1	**1**							**0**	**1**
Razem	**6**	**6**	**5**	**2**	**4**	**4**	**27**	**3**	**4**	**5**	**5**	**4**	**6**	**27**	**54**

W tabeli 36 zaprezentowana została pierwsza połowa roku 2016 oraz jego podział na liczbę zdarzeń ze względu na konkretne przyczyny na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego].

Tabela 36. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.06.2016

Przyczyny	Pierwsze półrocze						Suma
	I	II	III	IV	V	VI	
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej		3	5	3	5		**16**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1			1	1	1	**4**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu		1				1	**2**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami		1			1		**2**
Nieustalone		1	1				**2**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu		1					**1**
Inne						1	**1**
Razem	**1**	**7**	**6**	**4**	**7**	**3**	**28**

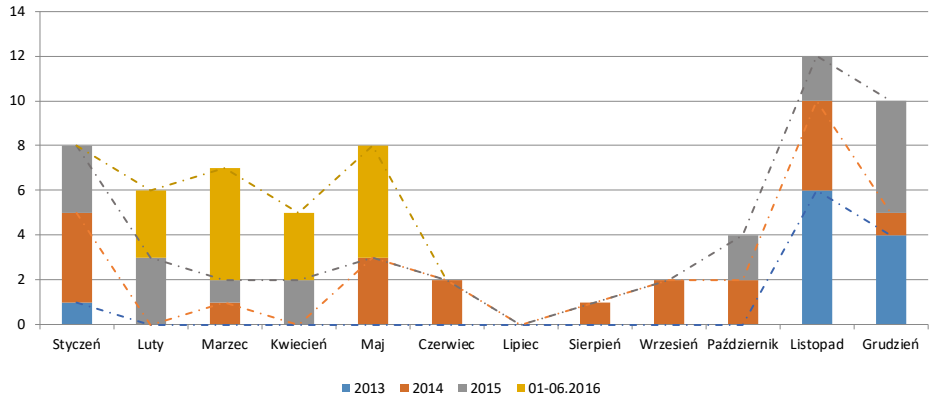
Analizując dane zawarte w tabelach 31–36 należy przede wszystkim zwrócić uwagę na przyczyny związane z sygnalizacją świetlną:

1. Wjazd na skrzyżowanie przy czerwonym świetle.
2. Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej.

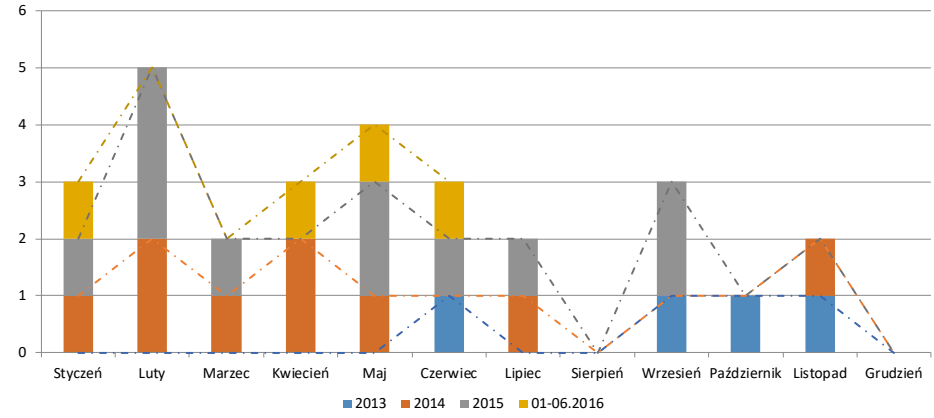
Dodatkowo:

1. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu.
2. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu.

Na wykresach przedstawione zostaną wymienione przyczyny w ujęciu miesięcznym.



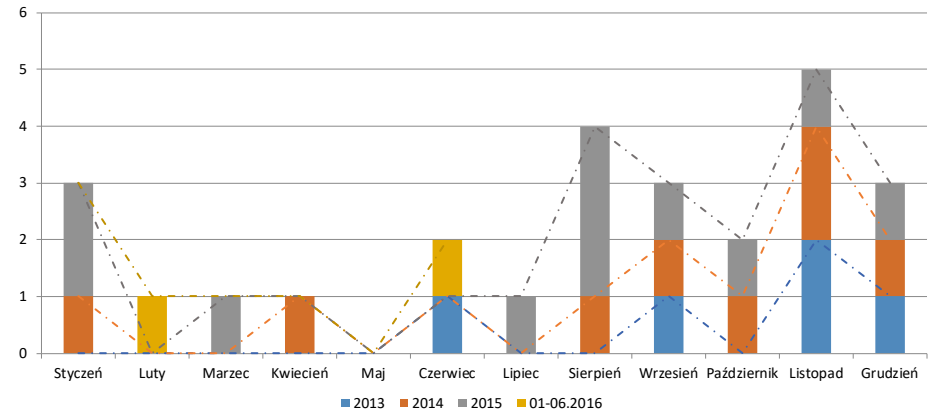
Wykres 32. Sygnalizacja świetlna łącznie [Mickiewicza] X [Żeromskiego]



Wykres 33. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu [Mickiewicza] X [Żeromskiego]

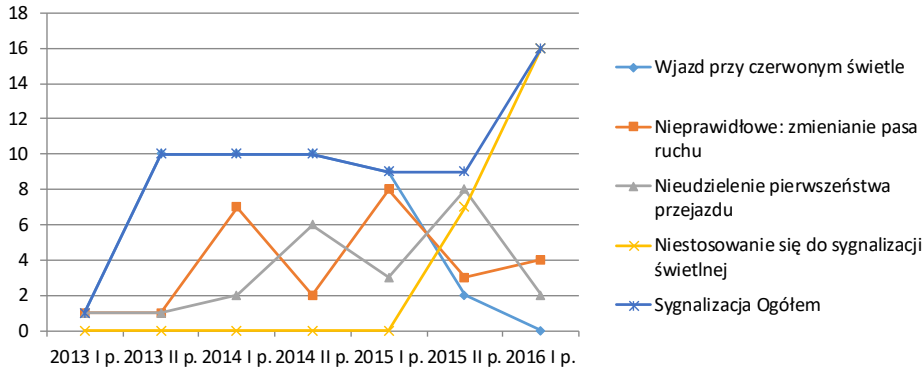
Na zdarzenia zilustrowane na wykresie 32 składa się suma dwóch przyczyn – wjazd na czerwonym świetle oraz niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej. Analizując te dane można zauważyć, że liczba incydentów od drugiej połowy 2015 roku stoi na wysokim poziomie. Wyraźnie widać okres w 2015 roku, w którym skrzyżowanie było przebudowywane.

Liczba incydentów wynikających z nieprawidłowej zmiany pasa ruchu w latach 2014–2015 była wysoka. W pierwszej połowie roku 2016 ich liczba utrzymuje się na stałym poziomie (wykres 33).



Wykres 34. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Mickiewicza] X [Żeromskiego]

Liczba zdarzeń wynikających z nieudzielenia pierwszeństwa przejazdu utrzymuje się na względnie stałym poziomie. Można zaobserwować wyraźne nasilenie w sierpniu 2015 roku (wykres 34).



Wykres 35. Przyczyny zdarzeń drogowych [Mickiewicza] X [Żeromskiego]

Wnioski

1. Skrzyżowanie przeszło modernizację związaną z budową trasy W-Z.
2. W związku z przebudową występowały okresowe zmiany organizacji ruchu oraz ograniczenia drożności, głównie na kierunku wschód-zachód.
3. Skrzyżowanie jest częścią głównego szlaku na trasie wschód–zachód.
4. Istotnym problemem na skrzyżowaniu jest sygnalizacja świetlna, a niedostosowanie się do niej – główną przyczyną wypadków i kolizji.
5. Pod koniec 2015 roku dana jaką jest „wjazd przy czerwonym świetle" została zastąpiona przez „niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej".

W dalszej części analizy skrzyżowania zbudowany został model regresji liniowej z jedną zmienną objaśniającą oraz zaprezentowane zostały przeprowadzone wyniki estymacji klasyczną metodą najmniejszych kwadratów. Przedstawiony został wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprzestrzeganiem sygnalizacji świetlnej w badanym okresie (zob. diagram 17 i wydruk 22 w załączniku 3).

Wnioski dotyczące modernizacji

1. Proponowanym rozwiązaniem jest zmiana barierek na takie, dzięki którym widoczność na skrzyżowaniu byłaby lepsza. Obecne barierki – betonowe, mostowe – znacznie ograniczają widoczność dla kierowców.

4.6. Skrzyżowanie Włókniarzy/Sikorskiego

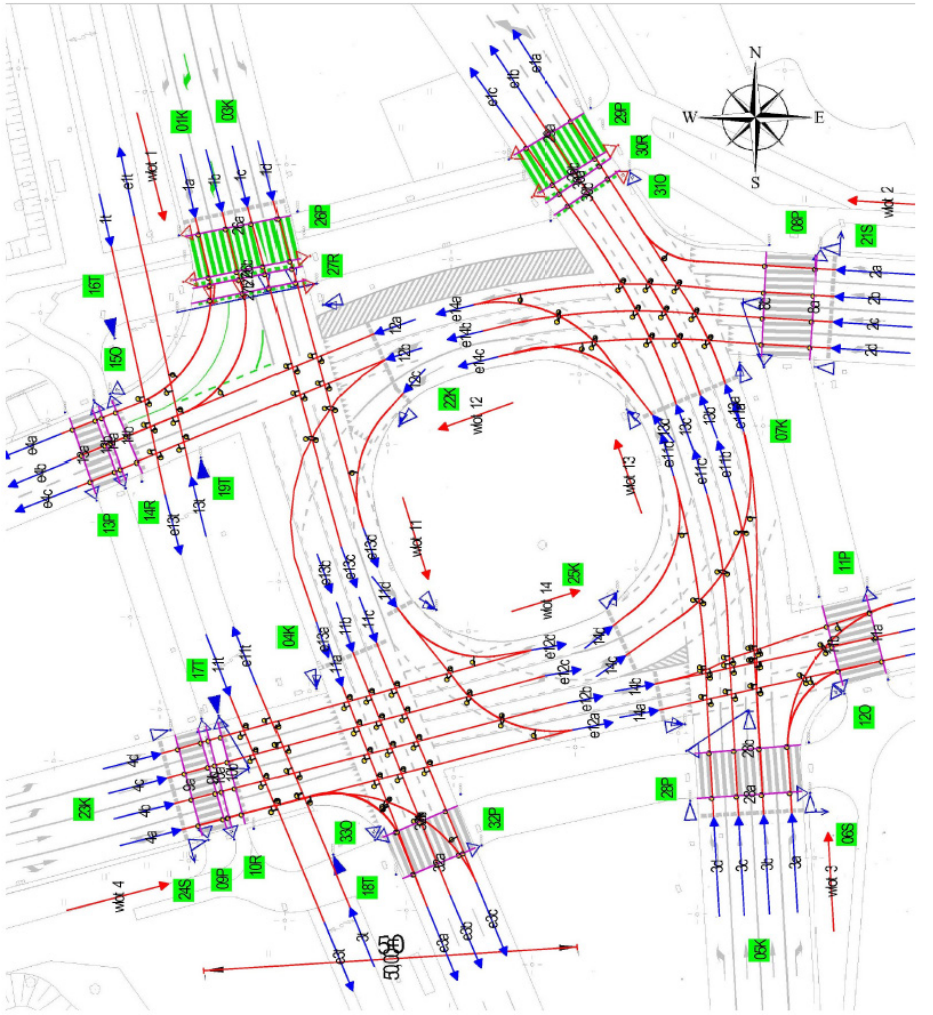
Na skrzyżowaniu al. Włókniarzy oraz al. Sikorskiego doszło w okresie 2013–06.2016 do 152 wypadków i kolizji.

Skrzyżowanie [Włókniarzy] X [Sikorskiego] zostało scharakteryzowane przez Zarząd Dróg i Transportu w następujący sposób:

Analizowane skrzyżowanie jest skrzyżowaniem z wyspą centralną o 4-ech wlotach. Drogę z pierwszeństwem przejazdu stanowi ul. Zgierska. Ruch tramwajowy na przedmiotowym skrzyżowaniu odbywa się na dwóch wlotach: północnym i południowym, gdzie torowiska znajduje się po zachodniej części skrzyżowania. Oba wloty drogi głównej składają się z czterech pasów ruchu: w prawo, dwóch na wprost oraz w jednego w lewo. Poprzeczną drogę podporządkowaną stanowi Aleja Włókniarzy. Na wlocie zachodnim występują cztery pasy ruchu: wspólny w prawo lub na wprost, na wprost oraz dwa w lewo. Wlot wschodni to również cztery pasy ruchu: w prawo na wprost, wspólny na wprost

lub w lewo, oraz w lewo. Na wszystkich wlotach na skrzyżowaniu znajdują się przejścia dla pieszych. Na wlocie północnym oraz zachodnim znajdują się również przejazdy rowerowe. Poniżej przedstawione zostaną wskaźniki 1 i 2 danych dotyczących badanego skrzyżowania[9].

Mapa 8. Schemat skrzyżowania [Włókniarzy] X [Sikorskiego] – plan sytuacyjny i punkty kolizji



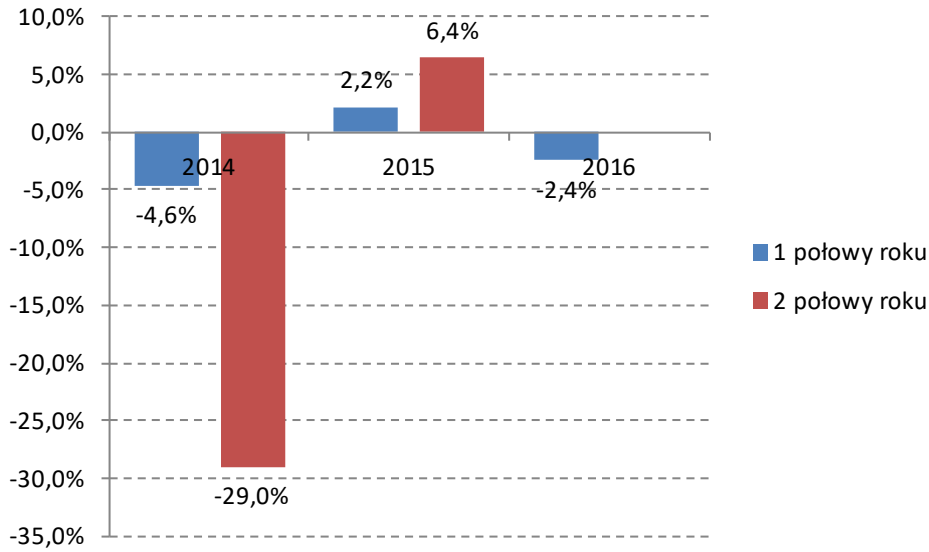
Źródło: Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S005: ul. Zgierska – al. Włókniarzy, grudzień 2013

[9] Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S005: ul. Zgierska – al. Włókniarzy, grudzień 2013.

Tabela 37. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście

Okres	Suma zdarzeń		Wskaźnik	Dynamika w %
	skrzyżowanie	miasto		
I.2013	20	4628	0,00432	–
I.2014	19	4921	0,00386	–4,6
I.2015	20	4900	0,00408	2,2
I.2016	21	5470	0,00384	–2,4
II.2013	32	4990	0,00641	–
II.2014	18	5118	0,00352	–29,0
II.2015	22	5288	0,00416	6,4

Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.



Wykres 36. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian

W tym wypadku można zaobserwować spadki wartości w obu połowach 2014 roku oraz następujące po nich mniejsze wzrosty w 2015 roku. I.2016 to także niewielki spadek.

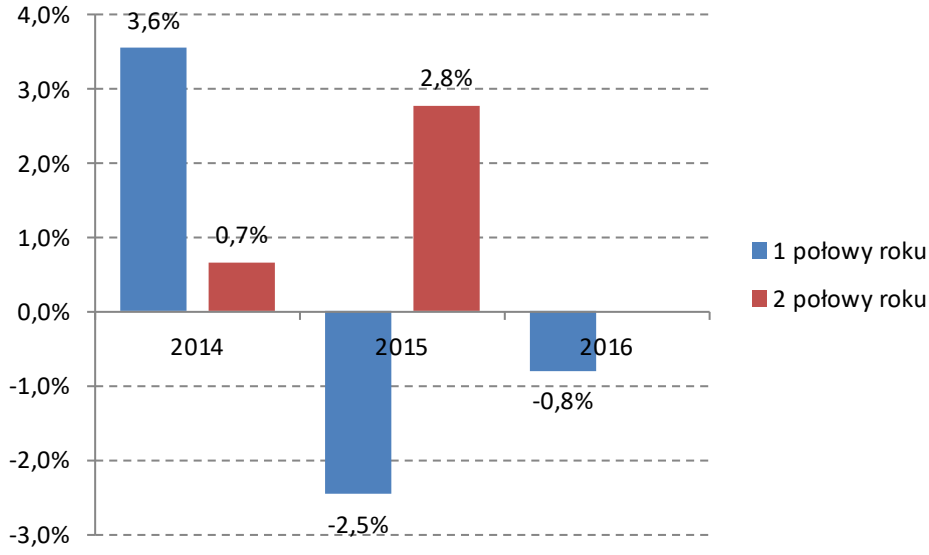
Tabela 38. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście

Okres	Liczba występujących przyczyn		Wskaźnik	Dynamika w %
	miasto	skrzyżowanie		
I.2013	34	6	0,17647	–
I.2014	33	7	0,21212	3,6
I.2015	32	6	0,1875	–2,5
I.2016	39	7	0,17949	–0,8
II.2013	35	8	0,22857	–
II.2014	34	8	0,23529	0,7
II.2015	38	10	0,26316	2,8

Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.

W okresach I.2015 oraz I.2016 nastąpił spadek wartości wskaźnika. Pozostałe badane okresy to widoczny wzrost.

Klasyfikacja z podziałem na przyczyny poszczególnych incydentów zaprezentowana jest w tab. 39.



Wykres 37. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian

Tabela 39. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016

Przyczyny	Wypadki	Kolizje	Razem
Wjazd przy czerwonym świetle	11	24	**35**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	10	22	**32**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	2	29	**31**
Nieprawidłowe skręcanie	1	10	**11**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej (od 11.2015)	1	8	**9**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	0	8	**8**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	0	6	**6**
Niewłaściwy stan jezdni	0	5	**5**
Nieustalone	1	3	**4**
Nieprawidłowe cofanie	0	3	**3**
Nieprzestrzeganie innych sygnałów	0	2	**2**
Inne	0	2	**2**
Nieostrożne wejście na jezdnię: przed jadącym pojazdem	1	0	**1**
Nieprawidłowe omijanie	0	1	**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla pieszych	1	0	**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla rowerów	1	0	**1**
Razem	**29**	**123**	**152**

Na tym skrzyżowaniu największym problemem jest sygnalizacja świetlna – łącznie 44 zdarzenia. Przyczyny w następnej kolejności to nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu (32), niedostosowanie prędkości do warunków (31) oraz nieprawidłowe skręcanie (11).

Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] w 2013 roku przedstawiono w tab. 40. Liczba zdarzeń drogowych w 2013 roku wynosiła 52, z czego 18 wystąpiło z powodu nieudzielenia pierwszeństwa przejazdu.

Tabela 40. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu			1	1		3	**5**	5	4	2	1	1		**13**	**18**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu		3	3		2		**8**	1		2		1		**4**	**12**
Wjazd przy czerwonym świetle	2					1	**3**	3	4	1		1		**9**	**12**

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Nieustalone	1				1		**2**				1			**1**	**3**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1						**1**						1	**1**	**2**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami							**0**		1				1	**2**	**2**
Nieostrożne wejście na jezdnię: przed jadącym pojazdem					1		**1**							**0**	**1**
Nieprawidłowe omijanie							**0**				1			**1**	**1**
Nieprawidłowe skręcanie							**0**		1					**1**	**1**
Razem	**4**	**3**	**4**	**1**	**4**	**4**	**20**	**9**	**10**	**5**	**3**	**3**	**2**	**32**	**52**

W tabeli 41 przedstawiono przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] w 2014 roku. Wystąpiło tutaj łącznie 37 zdarzeń drogowych. Najwięcej z nich spowodowanych było wjazdem na czerwonym świetle (11).

W tabeli 42 przedstawiono przyczyny zdarzeń drogowych w 2015 roku na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego]. W tym roku łączna suma zdarzeń wynosiła 42.

Tabela 41. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Wjazd przy czerwonym świetle	1		2	2	1	2	**8**				2	1		**3**	**11**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	1			2			**3**	2	4			1		**7**	**10**
Niewłaściwy stan jezdni			1				**1**	1	1			1		**3**	**4**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	1				1		**2**					1		**1**	**3**
Nieprawidłowe skręcanie			1		1		**2**			1				**1**	**3**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu			1			1	**2**				1			**1**	**3**
Nieprzestrzeganie innych sygnałów				1			**1**	1						**1**	**2**
Nieustalone							**0**	1						**1**	**1**
Razem	**3**	**0**	**5**	**5**	**3**	**3**	**19**	**5**	**5**	**1**	**3**	**4**	**0**	**18**	**37**

Tabela 42. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Wjazd przy czerwonym świetle		1	4		1	2	**8**	2	2					**4**	**12**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	3		1	1		1	**6**	1		1		1	1	**4**	**10**
Nieprawidłowe skręcanie							**0**		1			2	2	**5**	**5**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu				1		2	**3**						1	**1**	**4**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami							**0**			1			2	**3**	**3**
Nieprawidłowe cofanie			1				**1**				1			**1**	**2**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu							**0**			1				**1**	**1**
Niewłaściwy stan jezdni							**0**					1		**1**	**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla pieszych			1				**1**							**0**	**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejścia dla rowerów						1	**1**							**0**	**1**
Inne							**0**	1						**1**	**1**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej							**0**					1		**1**	**1**
Razem	**3**	**1**	**7**	**2**	**1**	**6**	**20**	**4**	**3**	**3**	**1**	**5**	**6**	**22**	**42**

W tabeli 43 zaprezentowana została pierwsza połowa roku 2016 oraz jego podział na liczbę zdarzeń ze względu na przyczyny na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego]. Ponownie pojawia się tutaj problem z sygnalizacją świetlną.

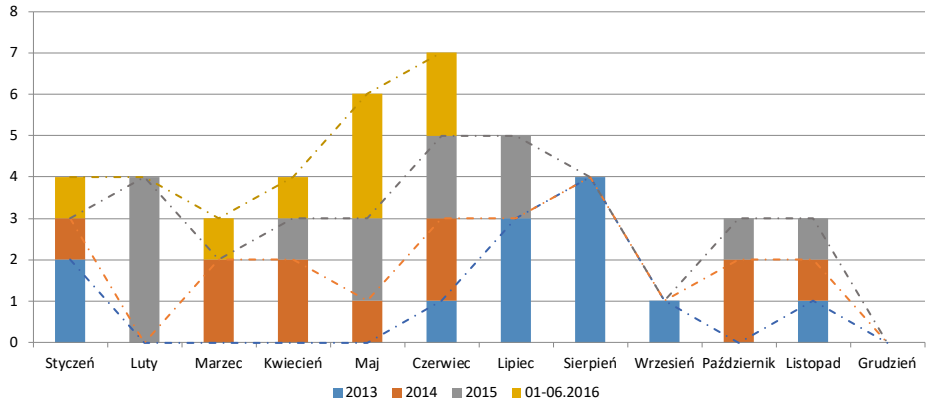
Tabela 43. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.12.2016

Przyczyny	Pierwsze półrocze						Razem
	I	II	III	IV	V	VI	
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej	1	1	1	3	2		**8**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu		2	2	1	1		**6**
Nieprawidłowe skręcanie				1	1		**2**

Przyczyny	Pierwsze półrocze						Razem
	I	II	III	IV	V	VI	
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu					1	1	**2**
Nieprawidłowe cofanie				1			**1**
Inne					1		**1**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	1						**1**
Razem	**2**	**3**	**3**	**6**	**6**	**1**	**21**

Najczęściej powtarzające się przyczyny to:
1. Wjazd przy czerwonym świetle.
2. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu.
3. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu.
4. Nieprawidłowe skręcanie.
5. Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej (od 11.2015).

Dalej przedstawiono je na wykresach w ujęciu miesięcznym.

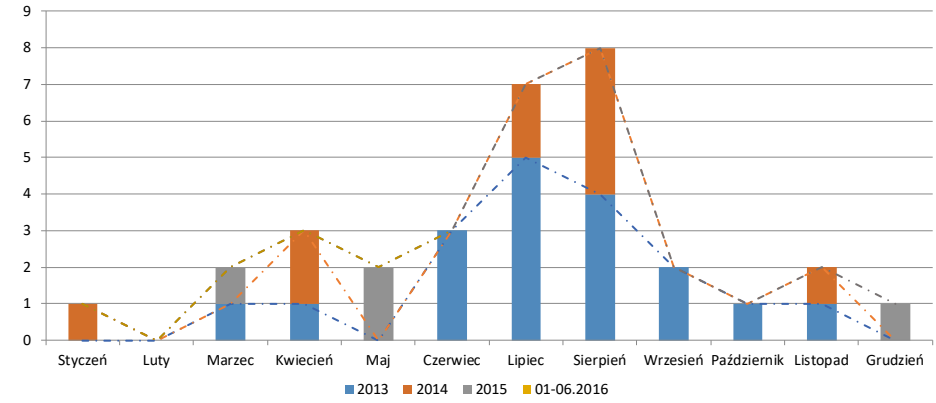


Wykres 38. Sygnalizacja świetlna łącznie [Włókniarzy] X [Sikorskiego]

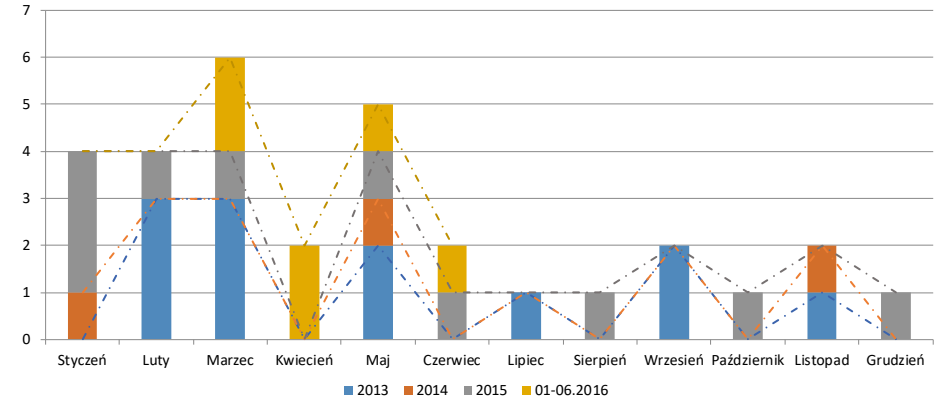
Na zdarzenia zilustrowane na wykresie 38 składa się suma dwóch przyczyn – wjazd na czerwonym świetle oraz niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej. Widać dwa wyraźne szczyty w roku 2013 oraz 2015. Widoczny jest też wzrost liczby incydentów w pierwszej połowie 2016 roku.

Na wykresie 39 widoczne jest wyraźne nasilenie zdarzeń w okresie wakacyjnym roku 2013 i 2014. Warto zwrócić uwagę na spadek ich liczebności w roku 2015 oraz ich niewystąpienie w pierwszej połowie roku 2016.

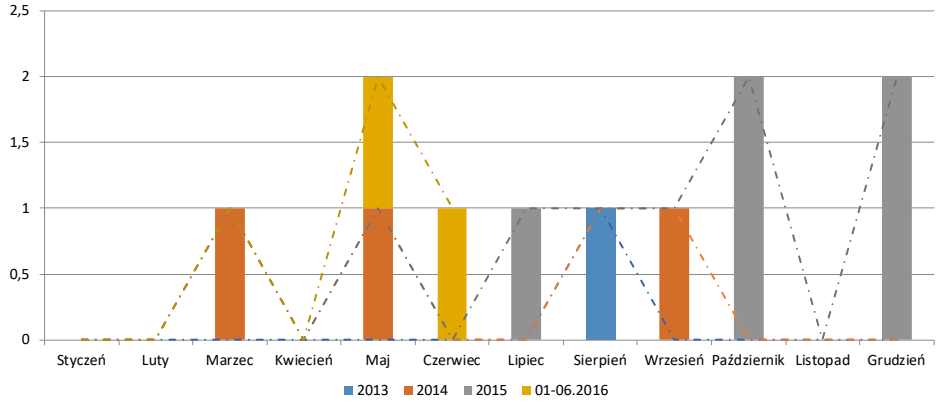
Na wykresie 40 wyraźnie widać nasilenie zdarzeń w pierwszych miesiącach każdego roku, za wyjątkiem pierwszej połowy roku 2016, kiedy to zdarzenia nie wystąpiły wcale w styczniu i lutym.



Wykres 39. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Włókniarzy] X [Sikorskiego]



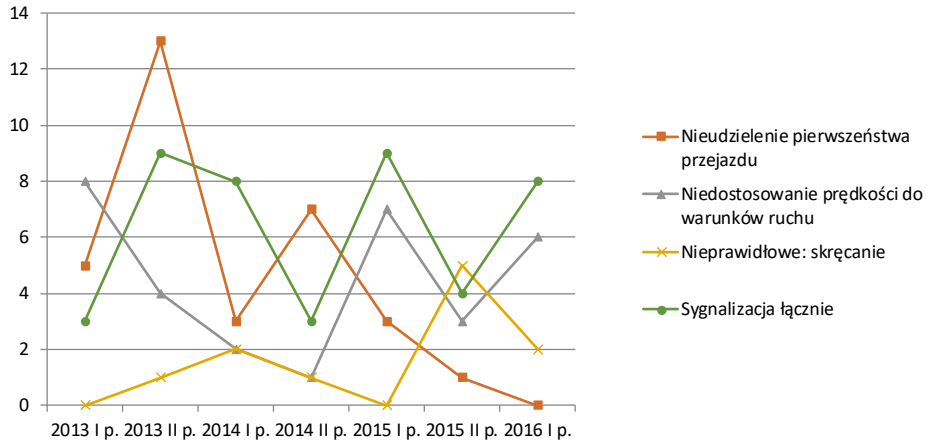
Wykres 40. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu [Włókniarzy] X [Sikorskiego]



Wykres 41. Nieprawidłowe skręcanie [Włókniarzy] X [Sikorskiego]

Na wykresie 41 wyraźnie widać nasilenie zdarzeń w pierwszych miesiącach każdego roku, za wyjątkiem pierwszej połowy roku 2016, kiedy to zdarzenia nie wystąpiły wcale w styczniu i lutym.

Nieprawidłowe skręcanie charakteryzuje względnie stały poziom występowania zdarzeń. Okresy bez incydentów przerywane są pojedynczymi zdarzeniami. Koniec roku 2015 charakteryzuje się nasileniem częstości.



Wykres 42. Przyczyny zdarzeń drogowych [Włókniarzy] X [Sikorskiego]

Wnioski

1. Jedno z głównych skrzyżowań na północy miasta, leżące na jednej z głównych tras wylotowych, łączących Łódź ze Zgierzem oraz autostradą A-2.
2. Dużo wypadków i kolizji związanych jest z sygnalizacją świetlną i niestosowaniem się do jej zaleceń.
3. Spadająca tendencja liczby incydentów wynikających z nieudzielenia pierwszeństwa przejazdu.
4. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu zostało niemal wyeliminowane, gdy wprowadzono zmianę sekwencji sygnalizacji świetlnej. Dzięki temu pojazdy mogą w czasie jednego cyklu przejechać całe rondo. Wcześniej światła zatrzymywały je w połowie przejazdu.
5. Zweryfikować oznakowanie poziome na skrzyżowaniu.

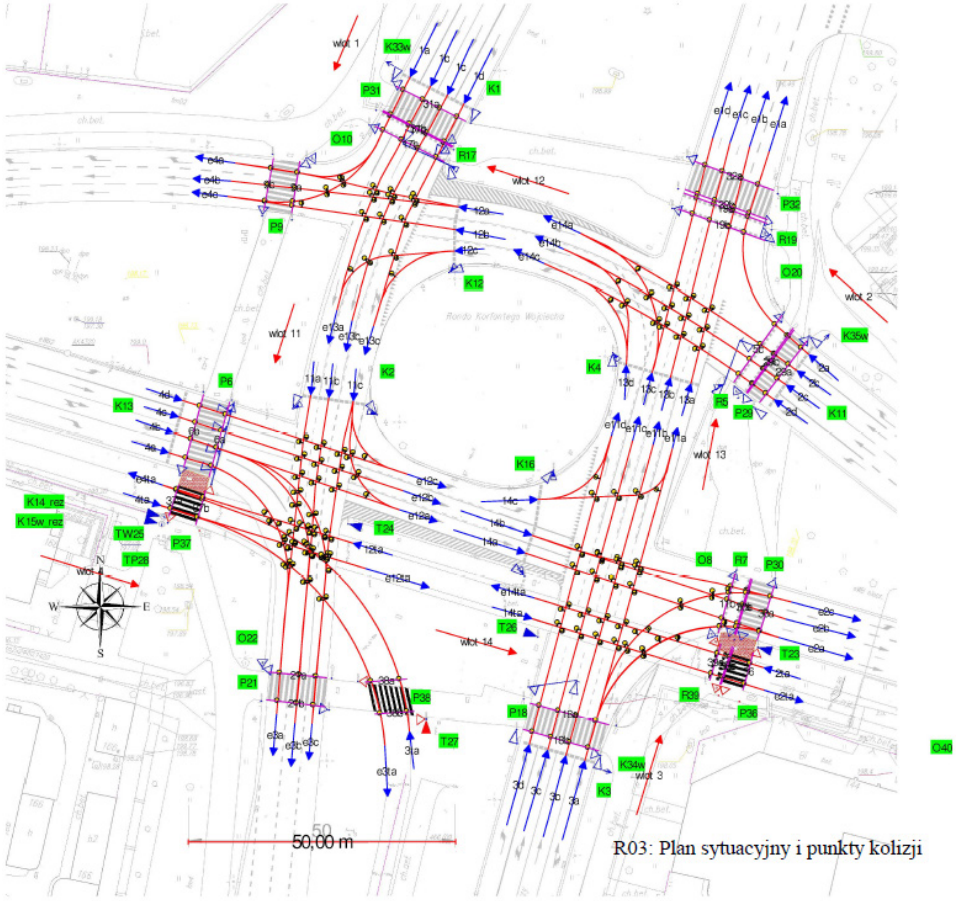
Dla analizowanego skrzyżowania dokonano analizy regresji. Otrzymane wyniki nie okazały się satysfakcjonujące, a wyliczenia są zamieszczone w załączniku 3.

Wnioski dotyczące modernizacji

1. Zaproponowano, aby sygnalizacja świetlna na skrzyżowaniu działała w trybie kolorowym przez całą dobę.

4.7. Skrzyżowanie Włókniarzy/Limanowskiego

Mapa 9. Schemat skrzyżowania [Włókniarzy] X [Limanowskiego] – plan sytuacyjny i punkty kolizji



Źródło: Dokumentacja techniczna skrzyżowania.
Inwestycja S076: al. Włókniarzy – ul. Limanowskiego, grudzień 2013.

Skrzyżowanie [Włókniarzy] X [Limanowskiego] zostało scharakteryzowane w następujący sposób:

Skrzyżowanie znajduje się w terenie zabudowanym na północno-zachodnich obrzeżach Łodzi i jest to skrzyżowanie z wyspą centralną. Wokół całej tarczy skrzyżowania prowadzone są przejścia dla pieszych, wzdłuż wschodniej jezdni al. Włókniarzy i północnej jezdni ul. Limanowskiego poprowadzona jest 2-metrowa ścieżka rowerowa.

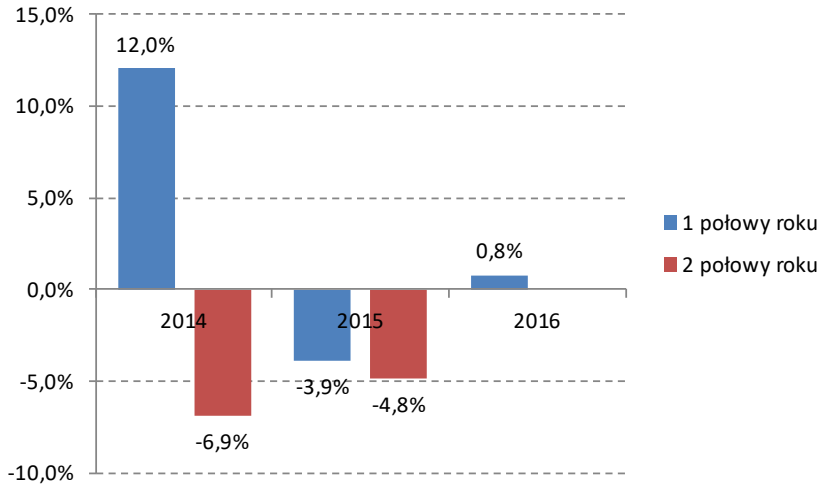
Ulicą z pierwszeństwem przejazdu jest al. Włókniarzy, posiada ona wloty 4-pasowe. Pomiędzy jezdniami znajduje się bardzo szeroki pas dzielący. Ul. Limanowskiego jest drogą podporządkowaną, na każdym wlocie są wydzielone 4 pasy ruchu. Torowisko tramwajowe jest poprowadzone poza tarczą skrzyżowania na południe od al. Włókniarzy [10].

Dalej przedstawione zostaną wskaźniki 1 i 2 danych dotyczących badanego skrzyżowania.

Tabela 44. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście

Okres	Suma zdarzeń		Wskaźnik	Dynamika w %
	skrzyżowanie	miasto		
I.2013	17	4628	0,00367	–
I.2014	24	4921	0,00488	12,0
I.2015	22	4900	0,00449	–3,9
I.2016	25	5470	0,00457	0,8
II.2013	20	4990	0,00401	–
II.2014	17	5118	0,00332	–6,9
II.2015	15	5288	0,00284	–4,8

Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.



Wykres 43. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian

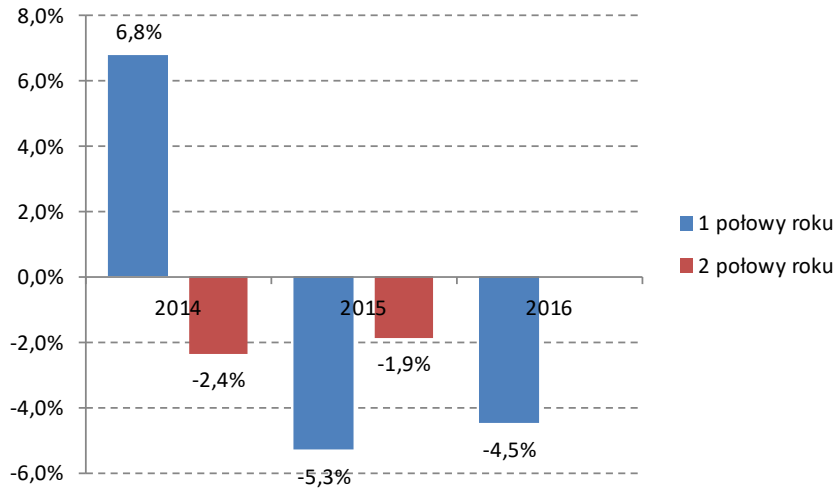
[10] Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S076: al. Włókniarzy – ul. Limanowskiego, grudzień 2013.

W okresie I.2014 nastąpił znaczny wzrost wartości. Niewielki wzrost jest też obserwowalny w okresie I.2016. Pozostałe badane okresy to spadki wartości. Można zaobserwować fakt, że wartości w pierwszych półroczach są wyższe niż ich odpowiedniki w drugich półroczach.

Tabela 45. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście

Okres	Liczba występujących przyczyn		Wskaźnik	Dynamika w %
	miasto	skrzyżowanie		
I.2013	34	8	0,23529	–
I.2014	33	10	0,30303	6,8
I.2015	32	8	0,25	–5,3
I.2016	39	8	0,20513	–4,5
II.2013	35	7	0,2	–
II.2014	34	6	0,17647	–2,4
II.2015	38	6	0,15789	–1,9

Objaśnienia: I. – pierwsza połowa roku, II. – druga połowa roku.



Wykres 44. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian

We wszystkich badanych okresach, z wyjątkiem I.2014, zanotowano znaczące spadki wartości wskaźnika.

Klasyfikacja z podziałem na przyczyny poszczególnych incydentów zaprezentowana jest w tab. 46.

Tabela 46. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016

Przyczyny	Wypadki	Kolizje	Razem
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	4	29	**33**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	0	24	**24**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	4	20	**24**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	0	13	**13**
Wjazd przy czerwonym świetle	1	11	**12**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej (od 11.2015)	4	5	**9**
Nieprawidłowe skręcanie	0	8	**8**
Nieprzestrzeganie innych sygnałów	0	4	**4**
Nieprawidłowe cofanie	0	3	**3**
Niewłaściwy stan jezdni	0	2	**2**
Nieustąpienie pierwszeństwa przejazdu	0	2	**2**
Nieustalone	0	1	**1**
Nieprawidłowe omijanie	0	1	**1**
Inne	1	0	**1**
Nieprawidłowe wyprzedzanie	0	1	**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejazdu dla rowerzystów (od 11.2015)	1	0	**1**
Obiekty, zwierzęta na drodze	0	1	**1**
Razem	**15**	**125**	**140**

Skrzyżowanie alei Włókniarzy oraz ulicy Limanowskiego jest ostatnim badanym, na którym w okresie 2013 – 1 połowa 2016 roku łącznie zanotowano 140 zdarzeń. Najczęstszą przyczyną okazują się być kolejno: niedostosowanie prędkości do warunków ruchu, nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu oraz nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu.

Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] w 2013 roku przedstawiono w tab. 47. Suma liczby zdarzeń drogowych w 2013 roku wynosiła 37.

W tabeli 48 przedstawiono przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] w 2014 roku. Wystąpiło tutaj łącznie 41 zdarzeń drogowych. Najwięcej z nich spowodowanych było niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu.

Tabela 47. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu		1		1	1	1	**4**	1	1	1	1			**4**	**8**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu					2		**2**		1	1			4	**6**	**8**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu		1	1			1	**3**	2				1		**3**	**6**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	1	2		1			**4**						1	**1**	**5**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej	1						**1**		1	1			2	**4**	**5**
Nieprawidłowe skręcanie			1				**1**		1					**1**	**2**
Nieprawidłowe wyprzedzanie			1				**1**							**0**	**1**
Nieustalone						1	**1**							**0**	**1**
Obiekty, zwierzęta na drodze							**0**				1			**1**	**1**
Razem	**2**	**4**	**3**	**2**	**3**	**3**	**17**	**3**	**4**	**3**	**2**	**1**	**7**	**20**	**37**

Tabela 48. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu			2			1	**3**		1	1	1	1		**4**	**7**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu		2	1			2	**5**					1	2	**3**	**8**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu					1		**1**	2	2	1				**5**	**6**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	1				1	2	**4**			1		1		**2**	**6**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej		1	3		1		**5**							**0**	**5**
Nieprawidłowe skręcanie			1				**1**		1		1		1	**3**	**4**
Nieprawidłowe cofanie			1			1	**2**							**0**	**2**

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Nieprawidłowe omijanie					1		**1**							**0**	**1**
Inne			1				**1**							**0**	**1**
Nieprzestrzeganie innych sygnałów				1			**1**							**0**	**1**
Razem	**1**	**3**	**9**	**1**	**4**	**6**	**24**	**2**	**4**	**3**	**2**	**3**	**3**	**17**	**41**

W tabeli 49 przedstawiono przyczyny i liczbę zdarzeń drogowych w 2015 roku na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego].

Tabela 49. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015

Przyczyny	Pierwsze półrocze							Drugie półrocze							Razem
	I	II	III	IV	V	VI	Suma	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma	
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu				2	2	3	**7**	1	1				4	**6**	**13**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	1	1	1		1		**4**			2	1	1		**4**	**8**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	2	1	2				**5**							**0**	**5**
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej	1						**1**				1	1	1	**3**	**3**
Nieprawidłowe skręcanie			1				**1**						1	**1**	**2**
Nieprzestrzeganie innych sygnałów		1					**1**					1		**1**	**2**
Niewłaściwy stan jezdni			1		1		**2**							**0**	**2**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami				1			**1**							**0**	**1**
Razem	4	3	5	3	4	3	**22**	1	1	2	2	3	6	**15**	**37**

W tabeli 50 zaprezentowano dane z pierwszej połowy roku 2016 dotyczące przyczyn wypadków drogowych na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] oraz ich liczbę.

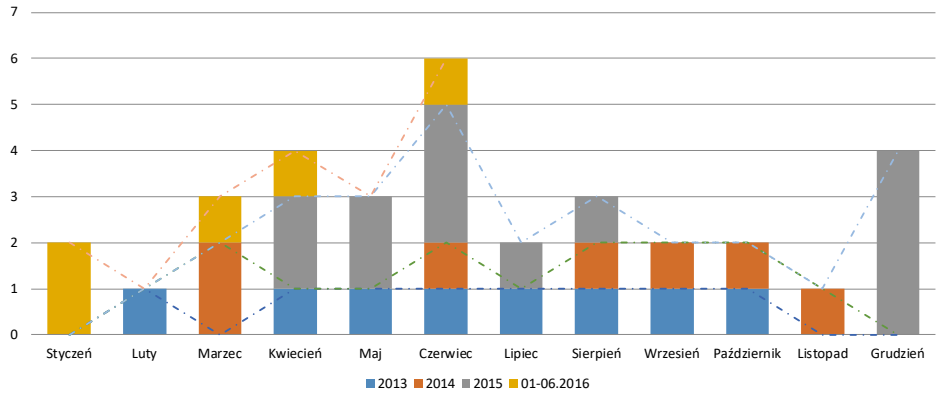
Tabela 50. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.06.2016

Przyczyny	Pierwsze półrocze						Razem
	I	II	III	IV	V	VI	
Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej	2	1		2	2		**7**
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu			2	1	1	2	**6**
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	2		1	1		1	**5**
Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu	1	1				1	**3**
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	1						**1**
Nieprawidłowe cofanie	1						**1**
Nieprzestrzeganie innych sygnałów		1					**1**
Nieprawidłowe przejeżdżanie przejazdu dla rowerzystów (od 11.2015)						1	**1**
Razem	**7**	**3**	**3**	**4**	**3**	**5**	**25**

W przypadku tego skrzyżowania najczęstszymi przyczynami zdarzeń okazały się, podobnie jak wcześniej przyczyny takie jak:

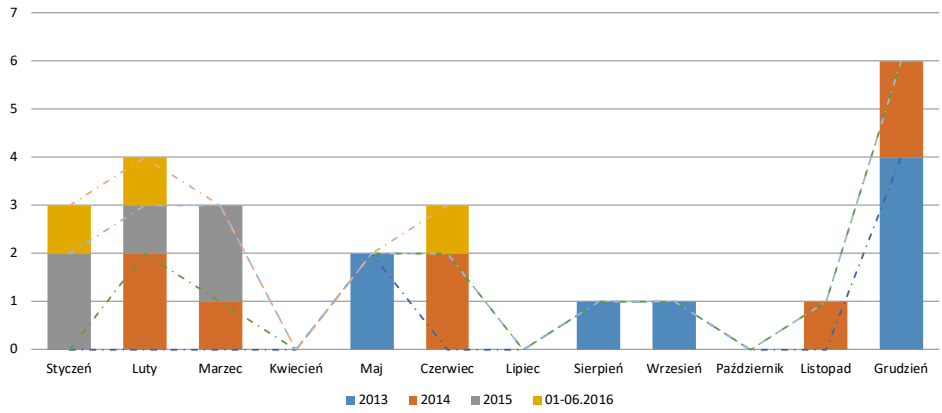
1. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu.
2. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu.
3. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu.
4. Wjazd na czerwonym świetle / niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej.
5. Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami.

Dalej zaprezentowano wykresy przedstawiające powyższe przyczyny z podziałem na miesiące każdego roku.



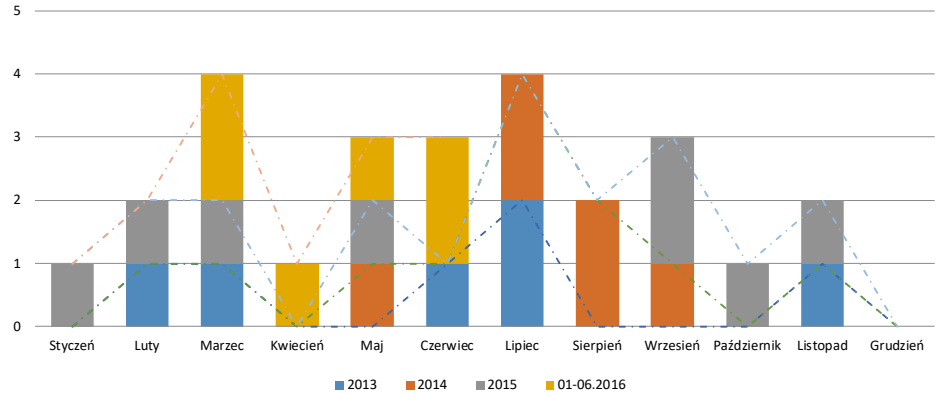
Wykres 45. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu [Włókniarzy] X [Limanowskiego]

Najwyższą liczbę zdarzeń z powodu niedostosowania prędkości do warunków ruchu zaobserwowano w grudniu 2015 roku (4). Wysoki wynik odnotowano również w czerwcu tego samego roku (3). W pozostałych latach bardzo często pojawiało się pojedyncze zdarzenie, głównie w miesiącach letnich oraz jesiennych. Można zauważyć także, że w czerwcu wystąpiło co najmniej jedno zdarzenie w każdym z badanych lat (wykres 45).



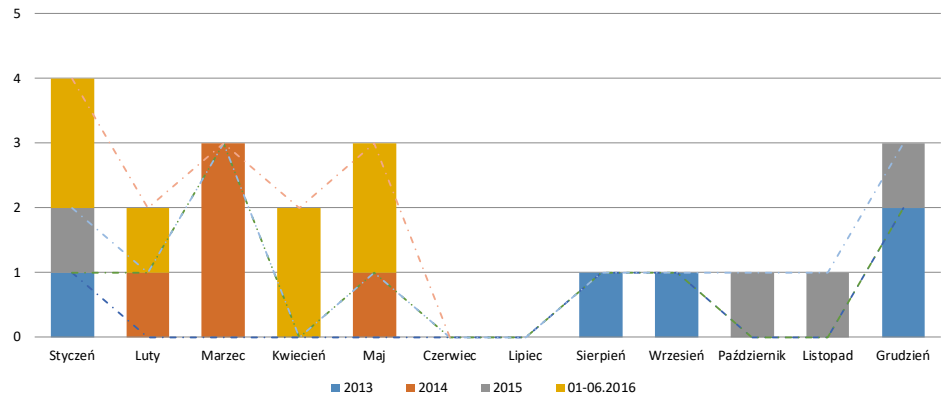
Wykres 46. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu [Włókniarzy] X [Limanowskiego]

Analizując wykres 46 obrazujący liczbę zdarzeń spowodowanych nieprawidłowym zmienianiem pasa ruchu, można zauważyć, iż z tej przyczyny najwięcej zdarzeń pojawiało się głównie w miesiącach zimowych. Najwięcej zdarzeń wystąpiło w grudniu 2013 oraz 2014 roku (6). Od kwietnia 2015 roku, liczba zdarzeń spadła. W 2016 roku zaobserwowano jedynie pojedyncze zdarzenia w styczniu, lutym oraz czerwcu.



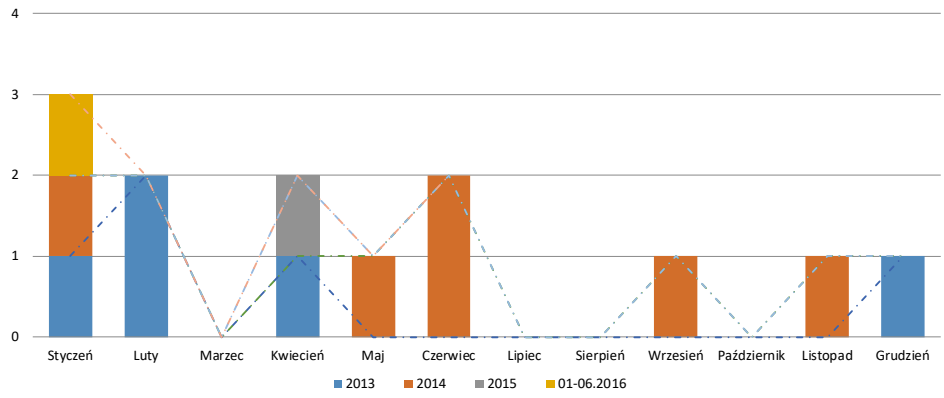
Wykres 47. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Włókniarzy] X [Limanowskiego]

Poprzez nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu na skrzyżowaniu al. Włókniarzy z ul. Limanowskiego najwięcej zdarzeń miało miejsce w miesiącach wiosenno-letnich. Ani jedno zdarzenie nie wystąpiło natomiast w grudniu każdego roku (wykres 47).



Wykres 48. Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej [Włókniarzy] X [Limanowskiego]

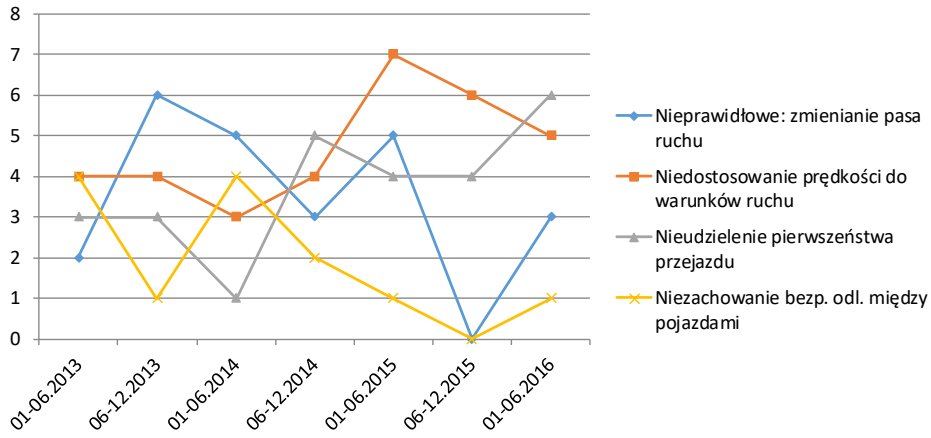
W ostatnim kwartale 2015 roku oraz w roku 2016 można zaobserwować wzrost liczby zdarzeń spowodowanych niedostosowaniem się do sygnalizacji świetlnej. Wcześniej praktycznie przez ponad 12 miesięcy pojawił się tylko jeden incydent w styczniu 2015 roku. W czerwcu oraz lipcu nie wystąpiło ani jedno zdarzenie w całym okresie (wykres 48).



Wykres 49. Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami [Włókniarzy] X [Limanowskiego]

W roku 2015 oraz 2016 zaobserwowano spadek liczby zdarzeń spowodowanych niezachowaniem bezpiecznej odległości między pojazdami przez kierow-

ców. Najwięcej zdarzeń odnotowano w miesiącach zimowych, może być to wynik złych warunków atmosferycznych. W miesiącach takich jak marzec, lipiec, sierpień czy październik nie wystąpiło ani jedno zdarzenie w całym badanym okresie spowodowane niezachowaniem bezpiecznej odległości między pojazdami (wykres 49).



Wykres 50. Przyczyny zdarzeń drogowych [Włókniarzy] X [Limanowskiego]

Wnioski

• Wzrost liczby zdarzeń spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu mógł być spowodowany zmniejszonym natężeniem ruchu, a co za tym idzie, większą prędkością pojazdów

• Analizując wykres przedstawiający główne przyczyny zdarzeń drogowych na przestrzeni lat, z podziałem na półrocza, można zaobserwować, że wzrost liczby zdarzeń pojawia się w drugiej połowie każdego roku, co może być spowodowane śliską nawierzchnią w okresie jesienno-zimowym.

• Występuje tendencja spadkowa głównych przyczyn zdarzeń, oprócz niedostosowania prędkości gdzie zaobserwowano wzrost.

Dla analizowanego skrzyżowania dokonano analizy regresji. Otrzymane wyniki nie okazały się satysfakcjonujące, a wyliczenia są zamieszczone w załączniku 3.

Wniosek dotyczący modernizacji

Budowa ronda turbinowego – rozwiązania podobnego do tego, które będzie zastosowane na rondzie Sybiraków. Spowodowałoby to zwiększenie bezpieczeństwa. Na takim rondzie nie potrzebna byłaby wtedy sygnalizacja świetlna.

ZAKOŃCZENIE

Wśród wielu czynników wpływających na bezpieczeństwo ruchu drogowego jest m.in. infrastruktura transportu. Przedstawione w rozdziale 4 niniejszego opracowania analizy, które doprowadziły do zaproponowania zmian w infrastrukturze najbardziej niebezpiecznych skrzyżowań w Łodzi, mające doprowadzić do zwiększenia bezpieczeństwa ruchu drogowego w tych miejscach. Rozwiązania te nie będą powtórzone w tej części opracowania, natomiast zostaną poruszone inne kwestie związane bezpośrednio z bezpieczeństwem ruchu drogowego.

Rozbudowa infrastruktury transportu przyczynia się także do zwiększenia bezpieczeństwa ruchu drogowego. W regionie łódzkim tych zmian jest dużo, a to z powodu wpływ miały liczne inwestycje realizowane w latach od 2007–2016. I tak otwarcie autostrady A-1 na odcinku od Rzgowa do Strykowa w dniu 1 lipca 2016 roku – spowodowało przeniesienie ruchu tranzytowego z wielu badanych w niniejszej pracy skrzyżowań właśnie na nowo oddaną trasę. Niewątpliwie efektem tego będzie zmniejszenie zagrożenia zdarzeniami niepożądanymi na terenie miasta Łodzi. Natomiast z pewnością będzie stopniowo i ciągle wzrastał ruch na drogach dojazdowych do A-1, w tym na całej trasie wschód – zachód (W-Z). Kolejny wzrost ruchu nastąpił na nich po oddaniu do użytku Dworca Fabrycznego. W przyszłości kolejny wzrost natężenia ruchu nastąpi po wybudowaniu brakującego odcinka drogi S-14. Taka sytuacja będzie dotyczyła m.in. trasy W-Z. Spowoduje to zwiększenie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń niepożądanych na tych drogach. Poziom wzrostu lub spadku bezpieczeństwa związany z tymi zmianami będzie obszarem przyszłych badań, także naszego zespołu.

Z całą pewnością należy już obecnie planować posunięcia zapobiegające wzrostowi zdarzeń drogowych towarzyszącemu wspomnianemu wyżej zwiększeniu natężenia ruchu. Można to osiągnąć poprzez wiele działań, a jednym z nich powinna być dalsza rozbudowa infrastruktury transportu. Rozbudowa ta musi odpowiadać zwiększającemu się natężeniu ruchu drogowego, zapewniając, oprócz umożliwienia jego przeniesienia, także bezpieczeństwo. W pierwszej kolejności należy rozbudowywać te miejsca, które, stanowiąc „wąskie gardła" w sieci drogowej jednocześnie są najbardziej niebezpieczne – występuje na nich bardzo duże ryzyko kolizji drogowych. Wykorzystując wykaz najbardziej niebezpiecznych skrzyżowań w Łodzi można wymienić najpilniejsze łódzkie inwestycje drogowe.

Do nich należy przebudowanie skrzyżowań przy Dworcu Kaliskim oraz Rydza Śmigłego/Piłsudskiego, zbudowanie bezkolizyjnych skrzyżowań przynajmniej na kierunku wschód–zachód.

Należy również zadbać o dogodny i bezpieczny dojazd do bardzo ważnych punktów w Łodzi, które jednocześnie są generatorami ruchu, m.in. Dworzec Fabryczny oraz lotnisko im. Władysława Reymonta. W przypadku Dworca Fabrycznego miasto na 2017 rok zaplanowało budowę dróg, które zapewnią skomunikowanie tego obiektu z aglomeracją łódzką oraz całym regionem. Chodzi tu głównie o drogi Nowowęglową, Nowotargową oraz przebudowę ul. Kopcińskiego i dla dobra miasta należy możliwie najszybciej je wybudować.

Drugie z bardzo ważnych dla Łodzi i regionu miejsc, które wymaga bardzo dobrego skomunikowania to Port Lotniczy im. Władysława Reymonta. Tu koniecznie jak najszybciej trzeba zrealizować plany jakie ma miasto – chodzi o zbudowanie dróg łączących ul. Generała Maczka z ulicami: Prądzyńskiego, Woltera-Jankego oraz Popiełuszki.

Zrealizowanie wymienionych inwestycji nie tylko zapewni prawidłowe funkcjonowanie w wymiarze gospodarczym tych obiektów o ważnym znaczeniu społecznym, ale także akceptowalny poziom bezpieczeństwa.

Poruszona tematyka jest bardzo ważna i jednocześnie pasjonująca. Poszukiwane nowych rozwiązań zapewniających większe bezpieczeństwo w transporcie drogowym jest wyzwaniem i wymaga działania interdyscyplinarnych grup dyskusyjnych, wykonujących także analizy merytoryczne i prace projektowe, oraz zastosowania narzędzi typowych dla nauki, a także odpowiednio przeprowadzonej analizy merytoryczno-projektowej. Autorzy dołożyli wszelkich starań, przy istotnej pomocy osób wymienionych na początku opracowania, żeby pomóc w działaniach zmierzających do poprawy poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego w Łodzi do poziomu akceptowalnego.

BIBLIOGRAFIA

Dane udostępnione przez Wydział Ruchu Drogowego Komendy Miejskiej Policji w Łodzi.

Drexler Z., *Przepisy ruchu drogowego z ilustrowanym komentarzem*, Grupa IMAGE sp. z o.o., Warszawa 2016.

Drexler Z., *Wszystko o znakach i sygnałach drogowych*, Grupa IMAGE sp. z o.o., Warszawa 2004.

Garrett M., *Encyclopedia of Transportation: Social Science and Policy*, SAGE Reference, Los Angeles 2014.

Kozłowski R., *Wpływ infrastruktury transportu na rozwój klastrów na przykładzie regionu łódzkiego*, [w:] J. Sosnowski (red.), *Klastry logistyczne na tle procesów rozwoju regionu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2011.

Maddala G.S., *Ekonometria*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.

Meyer W.E., *Surface Characteristics of Roadways: International Research and Technologies*, ASTM International, Philadelphia1990.

Mirski J.Z., *Budownictwo z technologią. Podręcznik dla technikum*, część 3, WSIP, Warszawa 2013.

Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. *Prawo o ruchu drogowym*, Dz. U. z 2012, poz. 1137.

Queiroz C., Gautam S., *Road Infrastructure and Economic Development: Some Diagnostic Indicators*, World Bank Policy Research Working Paper no. 921 Washington DC 1992.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach, Dz. U. z 2003, poz. 2181, dziennikustaw.gov.pl

System automatycznego nadzoru nad ruchem drogowym – rozwój i skuteczność w 2014 r. Raport, www.gitd.gov.pl z dn. (dostęp 23.11.2016).

Soboń S., *Kodeks drogowy. Komentarz z orzecznictwem NSA, SN i TK*. Część II. *Znaki i sygnały w ruchu drogowym*, Grupa IMAGE sp. z o.o., Warszawa 2016.

Stangel M., *Infrastruktura drogowa w miastach a kształtowanie zrównoważonej struktury urbanistycznej*, [w:] W. Rawski (red.), *Ochrona środowiska i estetyka a rozwój infrastruktury drogowej*, Lublin 2012

Stefański R.A., *Prawo o ruchu drogowym: Komentarz*, LEX Wolters Kluwer, Warszawa 2008.

Targeted action on urban road safety Accompanying the document *Communication from The Commission to The European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of The Regions* European Commission, Brussels 2013, www.ec.europa.eu.

Dokumenty

(Materiały uzyskane dzięki uprzejmości Zarządu Dróg i Transportu w Łodzi)

Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S005: ul. Zgierska – al. Włókniarzy, grudzień 2013.

Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S030: Pabianicka – rondo Lotników Lwowskich, grudzień 2013.

Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S076: al. Włókniarzy – ul. Limanowskiego, grudzień 2013.
Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S084: al. Włókniarzy – al. Mickiewicza, październik 2013.
Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S084: S103: al. Palki – ul. Wojska Polskiego, grudzień 2013. Materiały uzyskane dzięki uprzejmości Zarządu Dróg i Transportu w Łodzi.
Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S137: ul. Żeromskiego – ul. Mickiewicza, grudzień 2013.
Dokumentacja techniczna skrzyżowania. Inwestycja S97: Piłsudskiego – R. Śmigłego-Rydza, grudzień 2013.

Źródła internetowe

www.ec.europa.eu/transport/road_safety/users/cyclists
www.fakt.pl/pieniadze/motoryzacja/jacy-sa-polscy-kierowcy-grzechy-polskich-kierowcow/2kkexpj
www.lodz.stat.gov.pl
www.lodz.wyborcza.pl/lodz/56,125594,11294614,wlokniarzy-bandurskiego,,2.html
www.lodzkirowerpubliczny.pl
www.rowerowalodz.pl/infrastruktura/strefa-tempo-30
www.tvn24.pl/lodz,69/lodz-pokochala-woonerf-bedzie-szesc-kolejnych,460606.html
www.woonerf.dlalodzi.info
www.wrower.pl
www.zdit.uml.lodz.pl/pl/news/pokaz/1549/Trasa_Gorna_w_liczbach_i_faktach

ZAŁĄCZNIKI

ZAŁĄCZNIK 1

Przyczyny zdarzeń, które wystąpiły na analizowanych skrzyżowaniach w badanym okresie (w kolejności alfabetycznej)

Gwałtowne hamowanie
- Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu
- Nieostrożne wejście na jezdnię – przed jadącym pojazdem
- Nieostrożne wejście na jezdnię – zza pojazdu, przeszkody
- Nieprawidłowe:
  - zmienianie pasa ruchu
  - cofanie
  - omijanie
  - przejeżdżanie przejścia dla pieszych
  - przejeżdżanie przejścia dla rowerów
  - skręcanie
  - wymijanie
  - wyprzedzanie
  - zatrzymywanie, postój
  - zawracanie
  - zmienianie pasa ruchu
- Nieprzestrzeganie innych sygnałów
- Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej
- Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu
- Nieustąpienie pierwszeństwa pieszemu na przejściu dla pieszych
- Nieustąpienie pierwszeństwa przejazdu
- Niewłaściwy stan jezdni
- Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami
- Obiekty, zwierzęta na drodze
- Organizacja ruchu
- Przekraczanie jezdni w miejscu niedozwolonym

- Wejście na jezdnię przy czerwonym świetle
- Wjazd przy czerwonym świetle
- Z winy pasażera
- Nieustalone
- Inne

ZAŁĄCZNIK 2

Zasady estymacji modeli regresji dla badanych skrzyżowań z wykorzystaniem programu Gretl

W załączniku 3 przedstawiono analizę związku korelacyjnego danych dotyczących zdarzeń na badanych skrzyżowaniach w formie wykresów rozrzutu na dwuwymiarowej płaszczyźnie oraz tablic wyników wygenerowanych w programie Gretl. Do badania wykorzystano strukturę danych w formie szeregów czasowych obejmujących okres od 01.2013 do 06.2016 roku z podziałem na miesiące.

Na osi *Y* oznaczono w każdym przypadku liczbę zdarzeń w poszczególnych miesiącach, które spowodowane były poniższymi przyczynami (oś *X*). Dodano również regresję liniową, która jest jedną z metod estymowania wartości oczekiwanej zmiennej objaśnianej *y* (**zdarzenia**) przy znanych wartościach zmiennej objaśniającej *x* (**poszczególna przyczyna**). Poniżej każdego wykresu zaprezentowano wyniki estymacji równania regresji klasyczną metodą najmniejszych kwadratów (KMNK).

Ponadto zamieszczono analizy skrzyżowań oraz do każdego z wyników dodano także efekty przeprowadzonych testów:

- heteroskedastyczność składnika losowego,
- normalność rozkładu reszt,
- autokorelację składnika losowego.

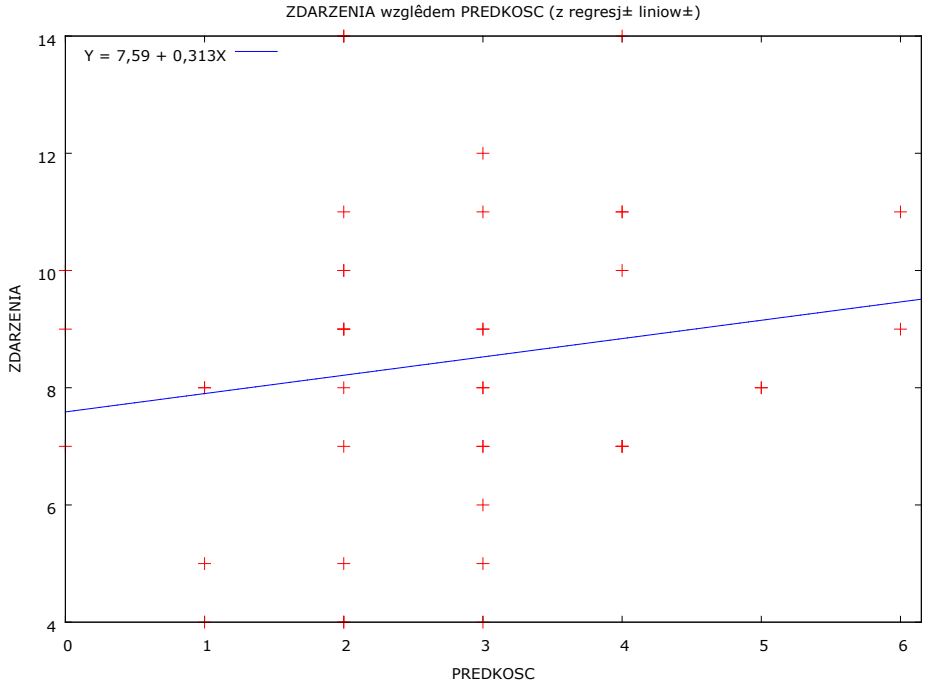
Każdy z testów został zweryfikowany na podstawie wartości *p-value*, nazywanej również granicznym poziomem istotności bądź prawdopodobieństwem testowym, której wartość niższa niż przyjęty poziom istotności (5%) oznacza odrzucenie hipotezy zerowej, a tym samym niespełnienie poszczególnego założenia modelu regresji liniowej.

ZAŁĄCZNIK 3

Estymacja modeli regresji dla skrzyżowań o silnej i słabej korelacji z wykorzystaniem programu Gretl

(badania przeprowadzono w okresie 01.01.2013–30.06.2016)

Diagram 1. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu na skrzyżowaniu [Paderewskiego X Pabianicka]



Źródło: opracowanie własne w programie Gretl na podstawie danych przygotowanych przez Wydział Ruchu Drogowego Komendy Miejskiej Policji w Łodzi (dotyczy wszystkich diagramów i wydruków komputerowych w załączniku 3)

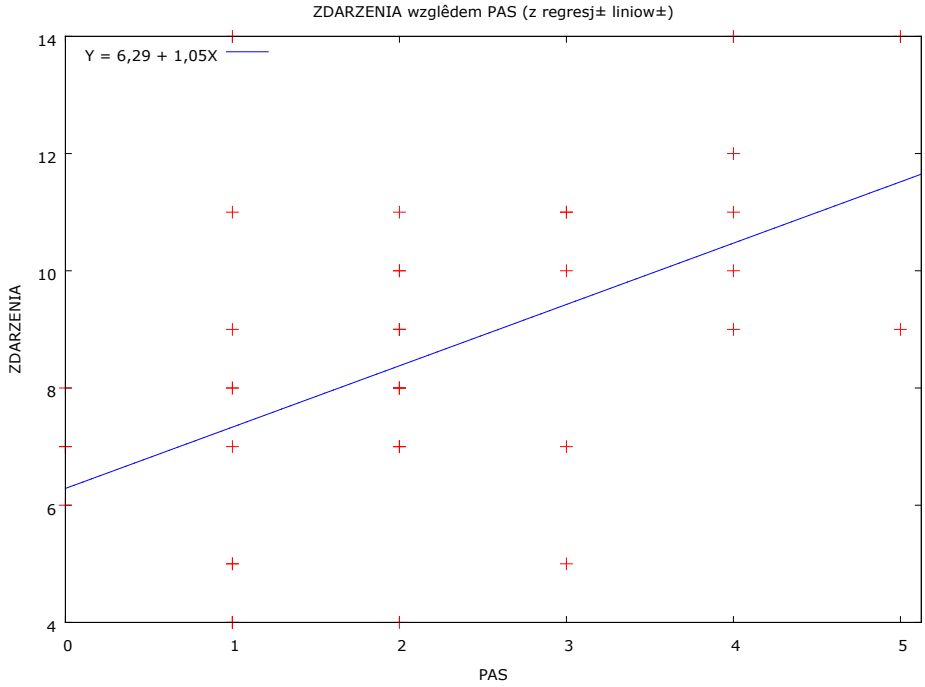
Wydruk komputerowy 1. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC [Paderewskiego X Pabianicka]

```
Model 1: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

            współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       7,58728         0,870314        8,718     8,64e-011 ***
  PREDKOSC    0,312693        0,285974        1,093     0,2807

Średn.aryt.zm.zależnej  8,428571   Odch.stand.zm.zależnej  2,642457
Suma kwadratów reszt    277,9770   Błąd standardowy reszt  2,636176
Wsp. determ. R-kwadrat  0,029022   Skorygowany R-kwadrat   0,004748
F(1, 40)                1,195594   Wartość p dla testu F   0,280746
Logarytm wiarygodności -99,28266   Kryt. inform. Akaike'a  202,5653
Kryt. bayes. Schwarza   206,0407   Kryt. Hannana-Quinna    203,8392
Autokorel.reszt - rho1  0,256748   Stat. Durbina-Watsona   1,480141
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 2,50297
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 2,50297) = 0,286079

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 0,748663
  z wartością p = 0,687749

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 2,73454
  z wartością p = P(F(1,39) > 2,73454) = 0,106228
```

Wykres obrazuje słabą korelację dodatnią – współczynnik regresji w wysokości 0,313. Widnieje tutaj również niska wartość dopasowania modelu (współczynnik R^2 bliski zaledwie 3%). Oznacza to, że zmienność zmiennej ZDARZENIA nie jest objaśniona zmiennością zmiennej PREDKOSC. Co więcej zmienna PREDKOSC osiąga wartość statystyki *p* wyższą niż 0,1 – jest zatem nieistotna.

Diagram 2. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym zmienianiem pasa ruchu na skrzyżowaniu [Paderewskiego X Pabianicka]

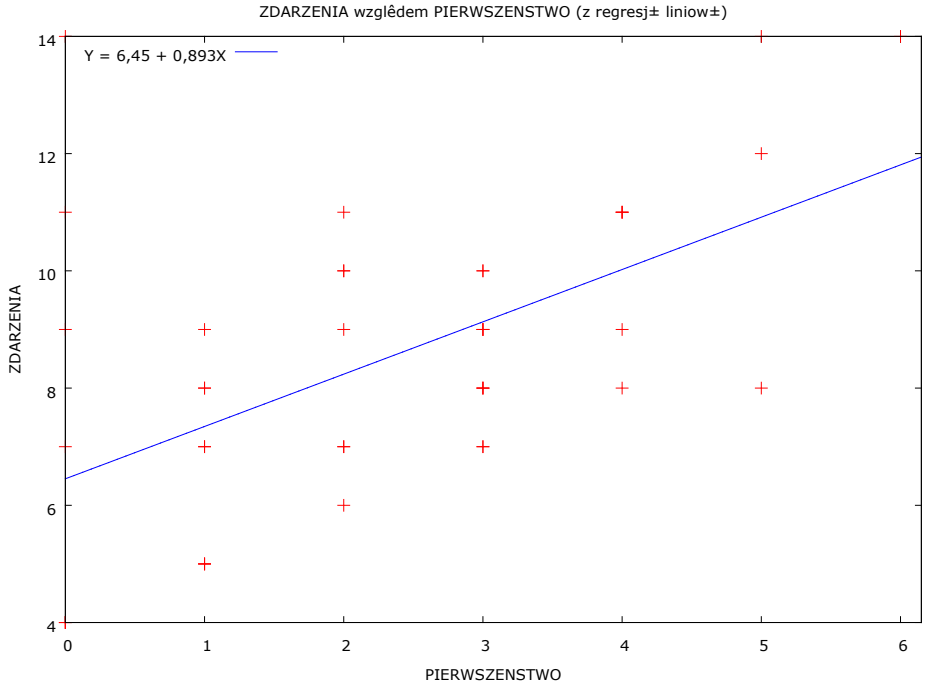


Wydruk komputerowy 2. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS [Paderewskiego X Pabianicka]

```
Model 2: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

            współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       6,28610         0,662850        9,483     8,71e-012 ***
  PAS         1,04632         0,273888        3,820     0,0005    ***

Średn.aryt.zm.zależnej  8,428571   Odch.stand.zm.zależnej  2,642457
Suma kwadratów reszt    209,7548   Błąd standardowy reszt  2,289950
Wsp. determ. R-kwadrat  0,267324   Skorygowany R-kwadrat   0,249007
F(1, 40)                14,59437   Wartość p dla testu F   0,000455
Logarytm wiarygodności -93,36908   Kryt. inform. Akaike'a  190,7382
Kryt. bayes. Schwarza   194,2135   Kryt. Hannana-Quinna    192,0120
Autokorel.reszt - rho1  0,164617   Stat. Durbina-Watsona   1,632613


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,0973593
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,0973593) = 0,952486

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 2,82511
  z wartością p = 0,243521

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 1,07415
  z wartością p = P(F(1,39) > 1,07415) = 0,306393
```

Zmienna PAS wykazuje istotność w modelu, jednak model jest bardzo słabo dopasowany (26%). Co więcej, na wykresie można zaobserwować korelację dodatnią między zmiennymi.

Diagram 3. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu na skrzyżowaniu [Paderewskiego X Pabianicka]

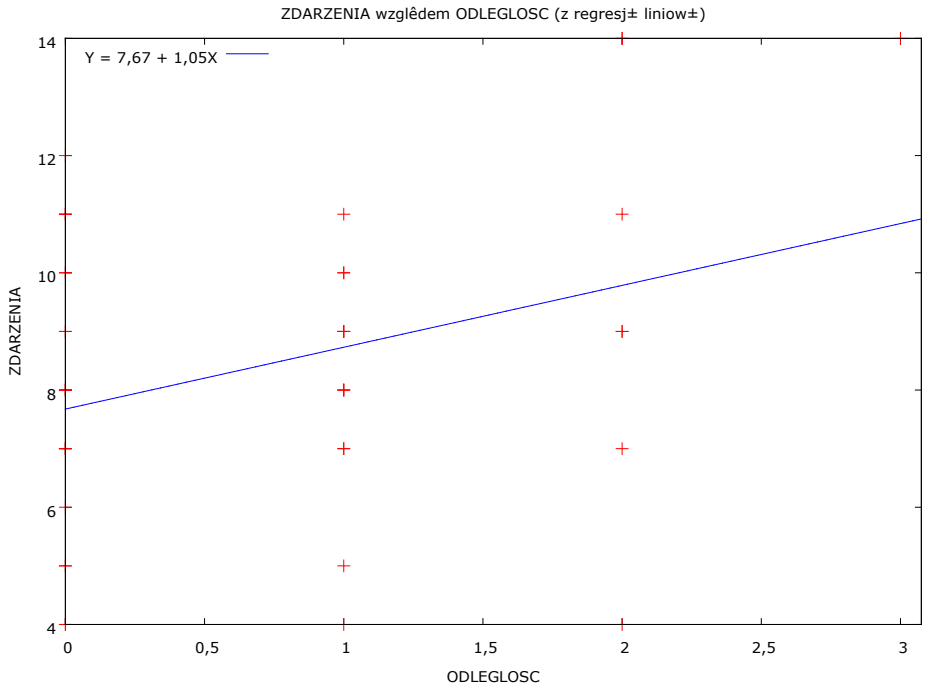


Wydruk komputerowy 3. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERSZENSTWO [Paderewskiego X Pabianicka]

```
Model 3: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

                  współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------------
  const             6,45209        0,579664        11,13     8,05e-014 ***
  PIERWSZENSTWO     0,892605       0,210995         4,230    0,0001    ***

Średn.aryt.zm.zależnej  8,428571   Odch.stand.zm.zależnej  2,642457
Suma kwadratów reszt    197,7904   Błąd standardowy reszt  2,223681
Wsp. determ. R-kwadrat  0,309116   Skorygowany R-kwadrat   0,291843
F(1, 40)                17,89680   Wartość p dla testu F   0,000132
Logarytm wiarygodności -92,13572   Kryt. inform. Akaike'a  188,2714
Kryt. bayes. Schwarza   191,7468   Kryt. Hannana-Quinna    189,5453
Autokorel.reszt - rho1  0,185656   Stat. Durbina-Watsona   1,530123


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 8,45295
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 8,45295) = 0,0146038

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 7,70942
  z wartością p = 0,0211797

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 1,33677
  z wartością p = P(F(1,39) > 1,33677) = 0,254638
```

Test na homoskedastyczność reszt wykazuje, iż w modelu występuje heteroskedastyczność reszt, zatem założenie modelu regresji jest niespełnione. Model nie powinien być zatem estymowany metodą KMNK.

Diagram 4. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niezachowaniem bezpiecznej odległości na skrzyżowaniu [Paderewskiego X Pabianicka]



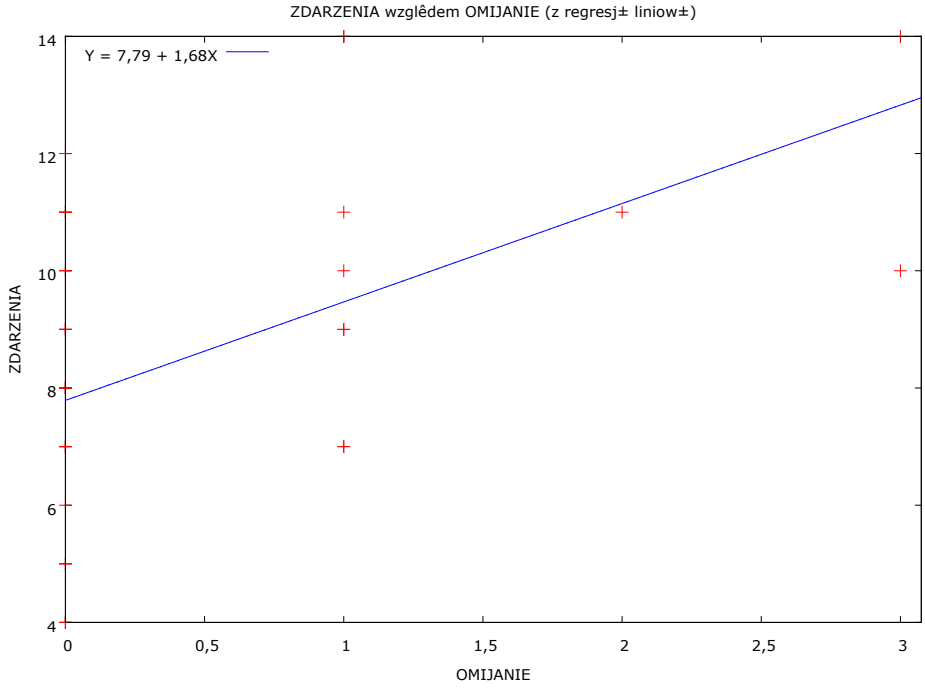
Wydruk komputerowy 4. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą ODLEGLOSC – [Paderewskiego X Pabianicka]

```
Model 4: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const        7,67500         0,514867        14,91     6,32e-018 ***
  ODLEGLOSC    1,05500         0,471884         2,236    0,0310    **

Średn.aryt.zm.zależnej  8,428571   Odch.stand.zm.zależnej  2,642457
Suma kwadratów reszt    254,4850   Błąd standardowy reszt  2,522325
Wsp. determ. R-kwadrat  0,111080   Skorygowany R-kwadrat   0,088857
F(1, 40)                4,998442   Wartość p dla testu F   0,031017
Logarytm wiarygodności -97,42844   Kryt. inform. Akaike'a  198,8569
Kryt. bayes. Schwarza   202,3322   Kryt. Hannana-Quinna    200,1307
Autokorel.reszt - rho1  0,046233   Stat. Durbina-Watsona   1,865687
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 3,11033
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 3,11033) = 0,211155

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 0,304361
  z wartością p = 0,858833

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,0913594
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,0913594) = 0,764062
```

Słaba korelacja dodatnia, która jest widoczna na powyższym wykresie. Ze statystyk można wyczytać zatem, iż wartość statystyki *p* znajduje się w przedziale (0,05–0,1), zmienna jest istotna lecz nie na najwyższym poziomie. Dopasowanie modelu wynosi zaledwie 11% – nie jest to zatem wynik zadowalający.

Diagram 5. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym omijaniem na skrzyżowaniu [Paderewskiego X Pabianicka]



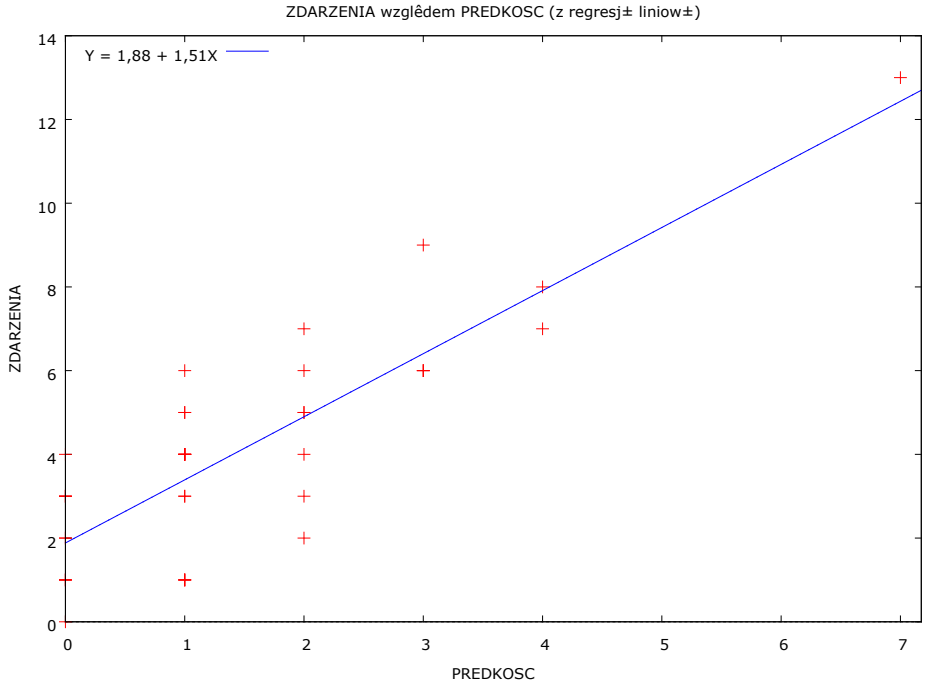
Wydruk komputerowy 5. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą OMIJANIE – [Paderewskiego X Pabianicka]

```
Model 6: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       7,78884         0,404354        19,26     7,63e-022 ***
  OMIJANIE    1,67928         0,478438         3,510    0,0011    ***

Średn.aryt.zm.zależnej  8,428571   Odch.stand.zm.zależnej  2,642457
Suma kwadratów reszt    218,8745   Błąd standardowy reszt  2,339201
Wsp. determ. R-kwadrat  0,235468   Skorygowany R-kwadrat   0,216355
F(1, 40)                12,31961   Wartość p dla testu F   0,001125
Logarytm wiarygodności -94,26283   Kryt. inform. Akaike'a  192,5257
Kryt. bayes. Schwarza   196,0010   Kryt. Hannana-Quinna    193,7995
Autokorel.reszt - rho1  0,146280   Stat. Durbina-Watsona   1,700668
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,429584
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,429584) = 0,806709

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 0,341723
  z wartością p = 0,842938

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,853696
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,853696) = 0,361191
```

Model wykazuje wysoką istotność zmiennej OMIJANIE. Współczynnik determinacji jest jednak niewystarczająco wysoki – wynosi zaledwie 23% – nie jest to zatem model opisany zadowalająco. Współczynnik korelacji osiąga wielkość 1,68.

Diagram 6. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Bandurskiego]



Wydruk komputerowy 6. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Włókniarzy X Bandurskiego]

```
Model 1: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       1,88301         0,304194        6,190     2,55e-07  ***
  PREDKOSC    1,50726         0,155369        9,701     4,60e-012 ***

Średn.aryt.zm.zależnej  3,928571   Odch.stand.zm.zależnej  2,569928
Suma kwadratów reszt    80,76345   Błąd standardowy reszt  1,420946
Wsp. determ. R-kwadrat  0,701744   Skorygowany R-kwadrat   0,694288
F(1, 40)                94,11300   Wartość p dla testu F   4,60e-12
Logarytm wiarygodności -73,32637   Kryt. inform. Akaike'a  150,6527
Kryt. bayes. Schwarza   154,1281   Kryt. Hannana-Quinna    151,9266
Autokorel.reszt - rho1  0,091743   Stat. Durbina-Watsona   1,811833
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 1,61018
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 1,61018) = 0,447047

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 0,660092
  z wartością p = 0,718891

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,393027
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,393027) = 0,534366
```

Współczynnik determinacji osiąga wartość 0,701. Jest to wynik zadowalający, który oznacza, że w 70% model wyjaśnia kształtowanie się zmiennej objaśnianej (ZDARZENIA). Zmienność liczby wszystkich zdarzeń w 70% została wyjaśniona zmiennością zdarzeń spowodowanych przez wyłącznie niedostosowanie prędkości do warunków ruchu. Zmienna PREDKOSC oraz stała jest istotna statystycznie, czego dowodzi również wartość statystyki *p* poniżej wartości 0,01. Na wykresie widoczna jest silna korelacja dodatnia. Zależność tę potwierdza współczynnik regresji w wysokości 1,51 co oznacza, że wzrost liczby zdarzeń spowodowanych przekroczeniem prędkości rośnie proporcjonalnie do tego współczynnika. Wyraz wolny wynoszący 1,88 świadczy o że występują zdarzenia spowodowane innymi przyczynami niż przekroczenie prędkości przez kierowców.

Wydruk komputerowy 7. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERWSZENSTWO – [Włókniarzy X Bandurskiego]

```
Model 2: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

                 współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------------
  const            3,11945        0,466619        6,685     5,16e-08  ***
  PIERWSZENSTWO    1,35933        0,484233        2,807     0,0077    ***

Średn.aryt.zm.zależnej  3,928571   Odch.stand.zm.zależnej  2,569928
Suma kwadratów reszt    226,2192   Błąd standardowy reszt  2,378125
Wsp. determ. R-kwadrat  0,164582   Skorygowany R-kwadrat   0,143697
F(1, 40)                7,880246   Wartość p dla testu F   0,007687
Logarytm wiarygodności -94,95595   Kryt. inform. Akaike'a  193,9119
Kryt. bayes. Schwarza   197,3872   Kryt. Hannana-Quinna    195,1857
Autokorel.reszt - rho1  0,448869   Stat. Durbina-Watsona   1,093229


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 2,81523
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 2,81523) = 0,244726

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 8,68319
  z wartością p = 0,0130158

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 9,19188
  z wartością p = P(F(1,39) > 9,19188) = 0,00430549
```

Po zweryfikowaniu modelu nie spełnia on jednak podstawowych założeń – o normalności rozkładu reszt oraz braku autokorelacji składnika losowego. Model powinien być zatem estymowany inną metodą niż KMNK.

Wydruk komputerowy 8. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS – [Włókniarzy X Bandurskiego]

```
Model 3: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

            współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       2,63671         0,470229        5,607     1,68e-06  ***
  PAS         1,42785         0,359143        3,976     0,0003    ***

Średn.aryt.zm.zależnej  3,928571   Odch.stand.zm.zależnej  2,569928
Suma kwadratów reszt    194,0899   Błąd standardowy reszt  2,202782
Wsp. determ. R-kwadrat  0,283234   Skorygowany R-kwadrat   0,265315
F(1, 40)                15,80625   Wartość p dla testu F   0,000286
Logarytm wiarygodności -91,73910   Kryt. inform. Akaike'a  187,4782
Kryt. bayes. Schwarza   190,9535   Kryt. Hannana-Quinna    188,7521
Autokorel.reszt - rho1  0,332937   Stat. Durbina-Watsona   1,307443
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 5,46871
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 5,46871) = 0,064936

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 8,26962
  z wartością p = 0,0160057

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 4,51564
  z wartością p = P(F(1,39) > 4,51564) = 0,0399768
```

Model nie spełnia podstawowych założeń modelu regresji – wartość *p* jest wyższa niż przyjęty poziom istotności (0,05) w testach na normalność rozkładu reszt oraz na brak autokorelacji składnika losowego.

Wydruk komputerowy 9. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą ODLEGLOSC – [Włókniarzy X Bandurskiego]

```
Model 4: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const        3,14659         0,448518        7,016     1,78e-08  ***
  ODLEGLOSC    1,72859         0,581345        2,973     0,0050    ***

Średn.aryt.zm.zależnej  3,928571   Odch.stand.zm.zależnej  2,569928
Suma kwadratów reszt    221,7678   Błąd standardowy reszt  2,354611
Wsp. determ. R-kwadrat  0,181021   Skorygowany R-kwadrat   0,160547
F(1, 40)                8,841309   Wartość p dla testu F   0,004970
Logarytm wiarygodności -94,53860   Kryt. inform. Akaike'a  193,0772
Kryt. bayes. Schwarza   196,5525   Kryt. Hannana-Quinna    194,3511
Autokorel.reszt - rho1  0,279673   Stat. Durbina-Watsona   1,417797
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 7,84282
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 7,84282) = 0,0198131

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 4,50615
  z wartością p = 0,105076

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 3,22475
  z wartością p = P(F(1,39) > 3,22475) = 0,0802838
```

Model nie spełnia podstawowego założenia o homoskedastyczności reszt – występuje zmienność wariancji resztowej. Należy zastosować inną metodę estymacji.

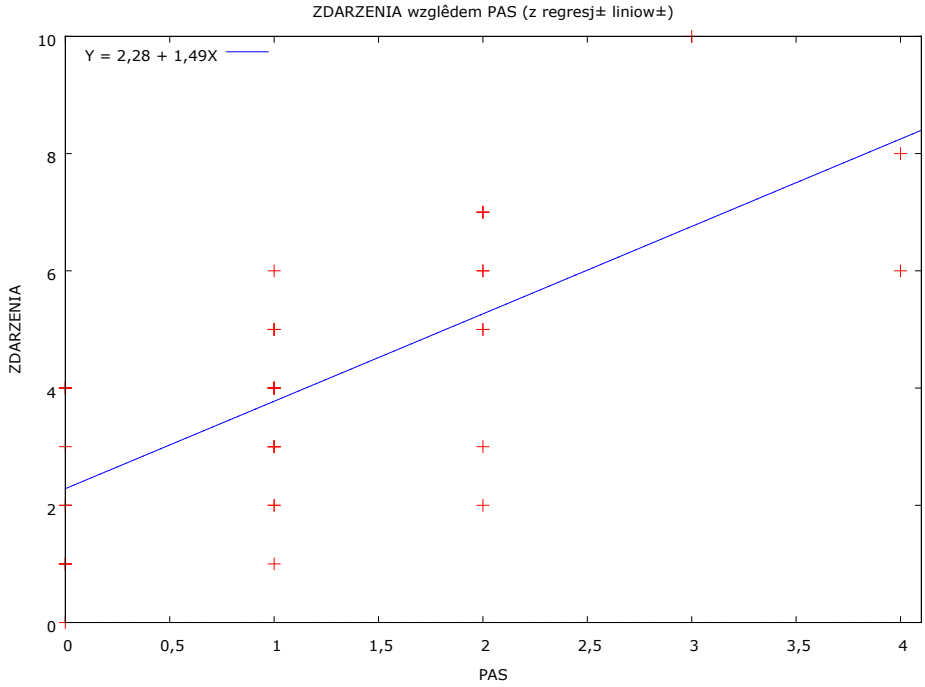
Wydruk komputerowy 10. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą OMIJANIE – [Włókniarzy X Bandurskiego]

```
Model 6: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       3,70690         0,432855        8,564     1,38e-010 ***
  OMIJANIE    0,775862        0,627267        1,237     0,2233

Średn.aryt.zm.zależnej  3,928571   Odch.stand.zm.zależnej  2,569928
Suma kwadratów reszt    260,8103   Błąd standardowy reszt  2,553480
Wsp. determ. R-kwadrat  0,036839   Skorygowany R-kwadrat   0,012760
F(1, 40)                1,529904   Wartość p dla testu F   0,223340
Logarytm wiarygodności -97,94402   Kryt. inform. Akaike'a  199,8880
Kryt. bayes. Schwarza   203,3634   Kryt. Hannana-Quinna    201,1619
Autokorel.reszt - rho1  0,445992   Stat. Durbina-Watsona   1,101998
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,563663
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,563663) = 0,754401

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 10,6073
  z wartością p = 0,00497345

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 9,16997
  z wartością p = P(F(1,39) > 9,16997) = 0,00434729
```

Niespełnione założenia modelu regresji liniowej o normalności rozkładu reszt oraz braku autokorelacji składnika losowego świadczy o konieczności zastosowania innej metody estymacji niż KMNK.

Diagram 7. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym zmienianiem pasa ruchu na skrzyżowaniu [Strykowska X Wojska Polskiego]



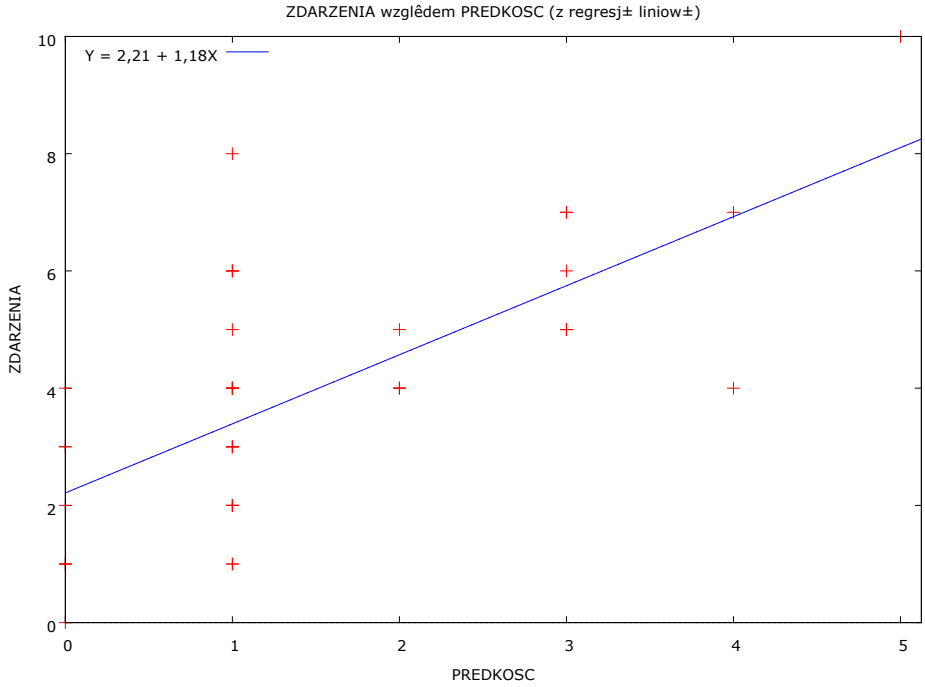
Wydruk komputerowy 11. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS – [Strykowska X Wojska Polskiego]

```
Model 1: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

            współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       2,28355         0,353291        6,464     1,05e-07  ***
  PAS         1,49130         0,234907        6,348     1,53e-07  ***

Średn.aryt.zm.zależnej  3,952381   Odch.stand.zm.zależnej  2,140804
Suma kwadratów reszt    93,59798   Błąd standardowy reszt  1,529689
Wsp. determ. R-kwadrat  0,501886   Skorygowany R-kwadrat   0,489433
F(1, 40)                40,30291   Wartość p dla testu F   1,53e-07
Logarytm wiarygodności -76,42354   Kryt. inform. Akaike'a  156,8471
Kryt. bayes. Schwarza   160,3224   Kryt. Hannana-Quinna    158,1209
Autokorel.reszt - rho1 -0,108573   Stat. Durbina-Watsona   2,083654
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 2,67634
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 2,67634) = 0,262325

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 0,593376
  z wartością p = 0,743276

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,462807
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,462807) = 0,500334
```

Można tutaj zaobserwować silną korelację dodatnią ze współczynnikiem regresji 1,49 co oznacza, że wzrost liczby zdarzeń spowodowanych przekroczeniem prędkości rośnie proporcjonalnie do tego współczynnika. Co więcej, niska wartość statystyki *p* świadczy o wysokiej istotności zmiennej PAS. Warto zwrócić uwagę na dopasowanie modelu równe 50%, co w porównaniu do innych modeli w jest wynikiem dość wysokim. Wyraz wolny wynoszący 2,28 oznacza, że występują zdarzenia spowodowane innymi przyczynami niż nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu przez kierowców.

Diagram 8. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu na skrzyżowaniu [Strykowska X Wojska Polskiego]

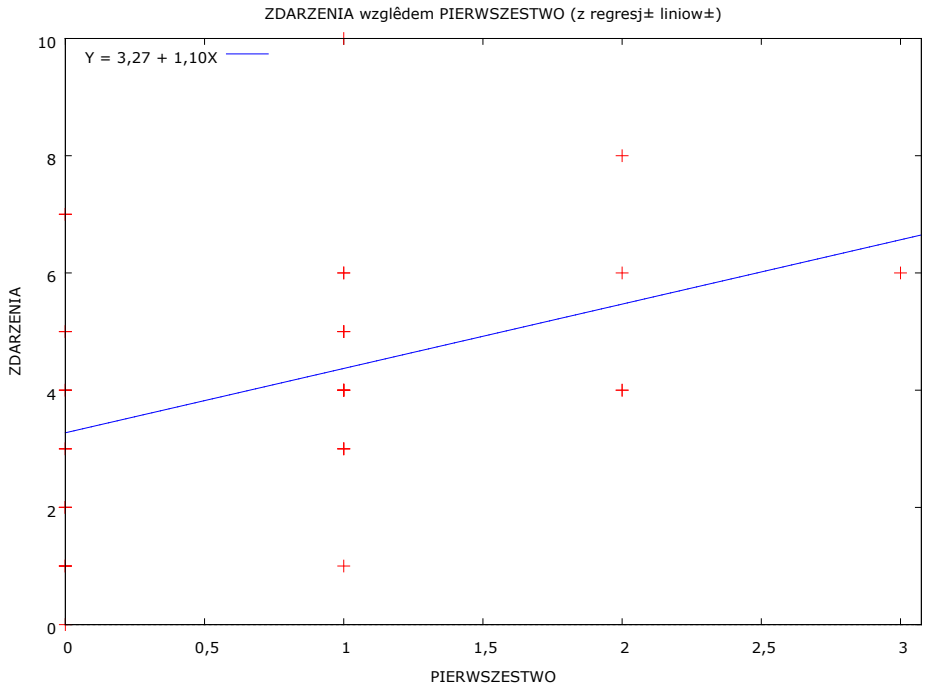


Wydruk komputerowy 12. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Strykowska X Wojska Polskiego]

```
Model 2: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       2,21344         0,376513        5,879     7,00e-07  ***
  PREDKOSC    1,17799         0,195363        6,030     4,29e-07  ***

Średn.aryt.zm.zależnej  3,952381   Odch.stand.zm.zależnej  2,140804
Suma kwadratów reszt    98,43353   Błąd standardowy reszt  1,568706
Wsp. determ. R-kwadrat  0,476152   Skorygowany R-kwadrat   0,463056
F(1, 40)                36,35803   Wartość p dla testu F   4,29e-07
Logarytm wiarygodności -77,48137   Kryt. inform. Akaike'a  158,9627
Kryt. bayes. Schwarza   162,4381   Kryt. Hannana-Quinna    160,2366
Autokorel.reszt - rho1 -0,020455   Stat. Durbina-Watsona   2,034539


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,220257
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,220257) = 0,895719

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 3,18907
  z wartością p = 0,203003

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,0163162
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,0163162) = 0,899015
```

Przedstawione wyniki świadczą o bardzo wysokiej istotności zmiennej PREDKOSC oraz silnej korelacji dodatniej między zmiennymi. Dopasowanie modelu wynoszące prawie 48% jest wciąż zbyt niskie, ale w porównaniu do innych modeli jest to wynik wyróżniający się.

Diagram 9. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu na skrzyżowaniu [Strykowska X Wojska Polskiego]

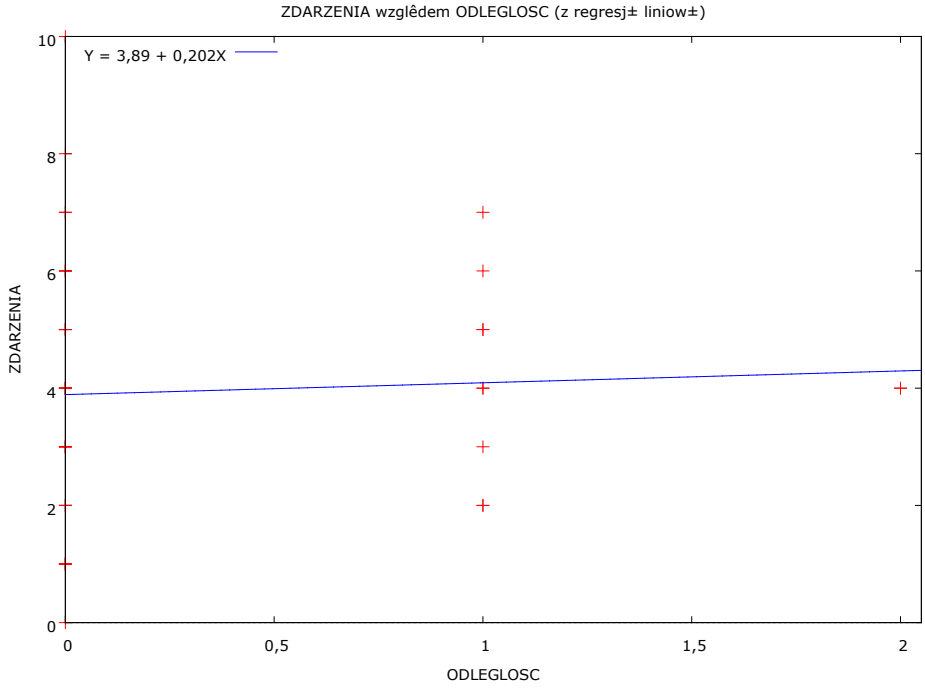


Wydruk komputerowy 13. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERWSZENSTWO – [Strykowska X Wojska Polskiego]

```
Model 3: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

                współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------------
  const           3,27291         0,398085        8,222     3,97e-010 ***
  PIERWSZESTWO    1,09761         0,407916        2,691     0,0104    **

Średn.aryt.zm.zależnej  3,952381   Odch.stand.zm.zależnej  2,140804
Suma kwadratów reszt    159,1056   Błąd standardowy reszt  1,994402
Wsp. determ. R-kwadrat  0,153265   Skorygowany R-kwadrat   0,132096
F(1, 40)                7,240270   Wartość p dla testu F   0,010353
Logarytm wiarygodności -87,56528   Kryt. inform. Akaike'a  179,1306
Kryt. bayes. Schwarza   182,6059   Kryt. Hannana-Quinna    180,4044
Autokorel.reszt - rho1 -0,081185   Stat. Durbina-Watsona   2,130394


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,565901
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,565901) = 0,753557

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 4,5048
  z wartością p = 0,105147

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,257788
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,257788) = 0,614503
```

Zmienna PIERWSZENSTWO wykazuje istotność w modelu, jednak nie na najwyższym stopniu. Korelacja dodatnia, lecz niezbyt silna. Współczynnik determinacji wykazuje dopasowanie modelu w zaledwie 15%.

Diagram 10. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niezachowaniem bezpiecznej odległości na skrzyżowaniu [Strykowska X Wojska Polskiego]



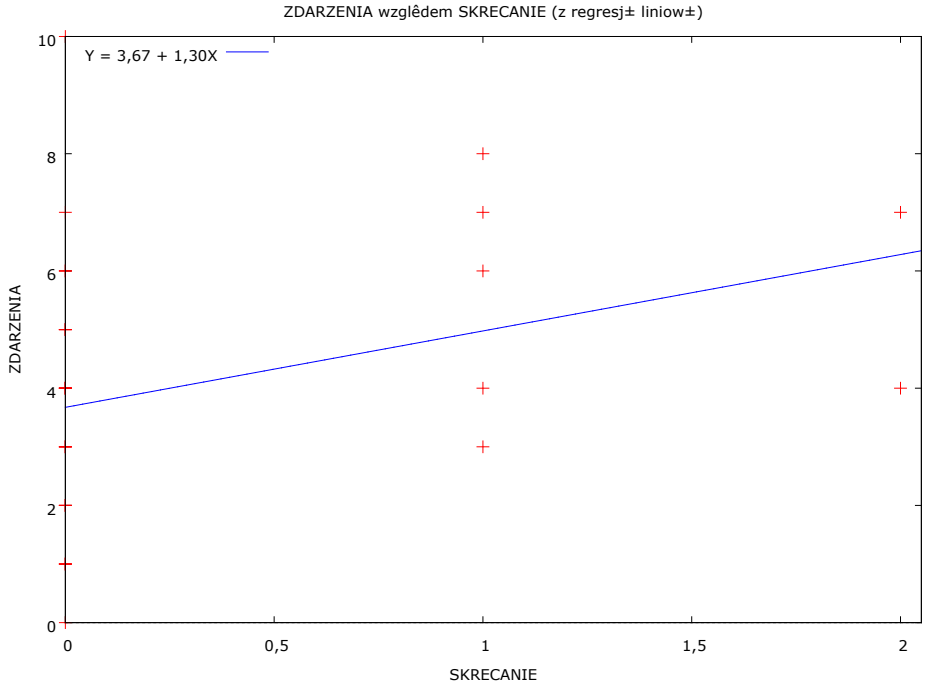
Wydruk komputerowy 14. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą ODLEGLOSC – [Strykowska X Wojska Polskiego]

```
Model 4: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const        3,88991         0,382255       10,18      1,16e-012 ***
  ODLEGLOSC    0,201835        0,600833        0,3359    0,7387

Średn.aryt.zm.zależnej  3,952381   Odch.stand.zm.zależnej  2,140804
Suma kwadratów reszt    187,3761   Błąd standardowy reszt  2,164348
Wsp. determ. R-kwadrat  0,002813   Skorygowany R-kwadrat  -0,022116
F(1, 40)                0,112846   Wartość p dla testu F   0,738683
Logarytm wiarygodności -90,99984   Kryt. inform. Akaike'a  185,9997
Kryt. bayes. Schwarza   189,4750   Kryt. Hannana-Quinna    187,2735
Autokorel.reszt - rho1 -0,120726   Stat. Durbina-Watsona   2,214225
```

```
Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 2,2176
  z wartością p = 0,329954

Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 2,02604
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 2,02604) = 0,363121

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,576618
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,576618) = 0,452207
```

Brak istotności zmiennej ODLEGLOSC w stosunku do zmiennej ZDARZENIA. Minimalne dopasowanie modelu w zaledwie 0,2%. Na wykresie również widoczny jest praktycznie brak zależności.

Diagram 11. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym skręcaniem niezachowaniem na skrzyżowaniu [Strykowska X Wojska Polskiego]



Wydruk komputerowy15. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą SKRECANIE – [Strykowska X Wojska Polskiego]

```
Model 5: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const        3,67312         0,343786        10,68     2,77e-013 ***
  SKRECANIE    1,30323         0,617933         2,109    0,0413    **

Średn.aryt.zm.zależnej  3,952381   Odch.stand.zm.zależnej  2,140804
Suma kwadratów reszt    169,1011   Błąd standardowy reszt  2,056095
Wsp. determ. R-kwadrat  0,100070   Skorygowany R-kwadrat   0,077572
F(1, 40)                4,447917   Wartość p dla testu F   0,041252
Logarytm wiarygodności -88,84479   Kryt. inform. Akaike'a  181,6896
Kryt. bayes. Schwarza   185,1649   Kryt. Hannana-Quinna    182,9634
Autokorel.reszt - rho1 -0,166562   Stat. Durbina-Watsona   2,302690


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,076768
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,076768) = 0,962343

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 3,14216
  z wartością p = 0,20782

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 1,14098
  z wartością p = P(F(1,39) > 1,14098) = 0,292013
```

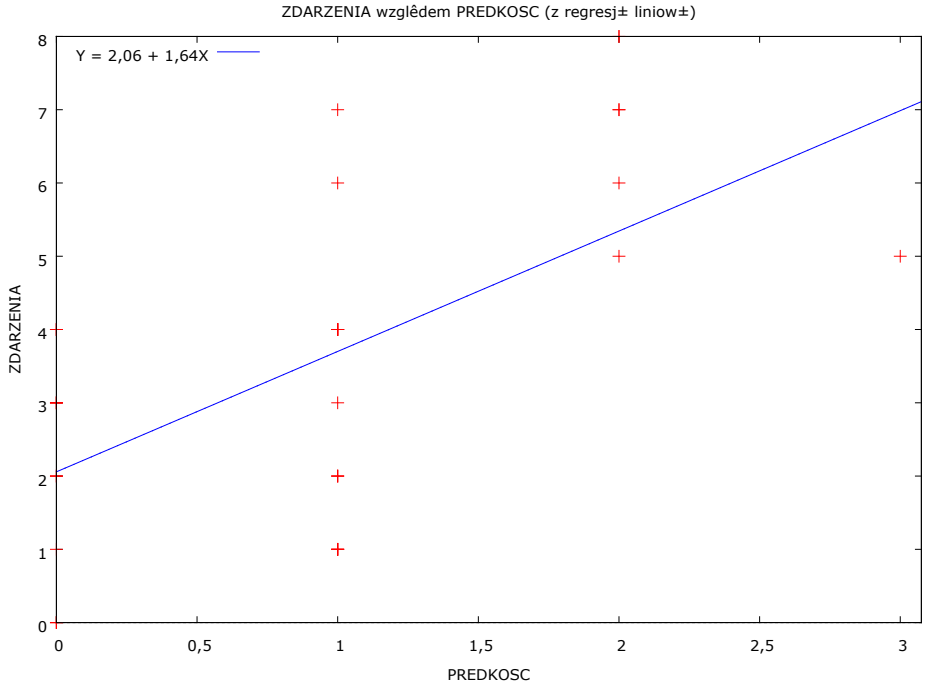
Zmienna SKRECANIE wykazuje istotność w modelu, jednak nie na najwyższym stopniu. Widoczna jest korelacja dodatnia, jednakże niezbyt silna. Występuje tutaj dopasowanie modelu w bardzo niskim stopniu – jedynie w 10%.

Wydruk komputerowy 16. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS – [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego]

```
Model 7: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       1,98022         0,390465        5,071     9,43e-06  ***
  PAS         1,64209         0,344358        4,769     2,47e-05  ***

Średn.aryt.zm.zależnej  3,309524   Odch.stand.zm.zależnej  2,191871
Suma kwadratów reszt    125,5845   Błąd standardowy reszt  1,771895
Wsp. determ. R-kwadrat  0,362438   Skorygowany R-kwadrat   0,346499
F(1, 40)                22,73900   Wartość p dla testu F   0,000025
Logarytm wiarygodności -82,59692   Kryt. inform. Akaike'a  169,1938
Kryt. bayes. Schwarza   172,6692   Kryt. Hannana-Quinna    170,4677
Autokorel.reszt - rho1 -0,032783   Stat. Durbina-Watsona   2,031871


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,92314
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,92314) = 0,630293

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 8,94368
  z wartością p = 0,0114263

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,0419184
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,0419184) = 0,83884
```

Wybór estymacji metodą KMNK okazał się niewłaściwy ze względu na niespełnienie założenia o normalności rozkładu reszt. Świadczy o tym wartość *p* niższa niż przyjęty poziom istotności 0,05.

Diagram 12. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego]

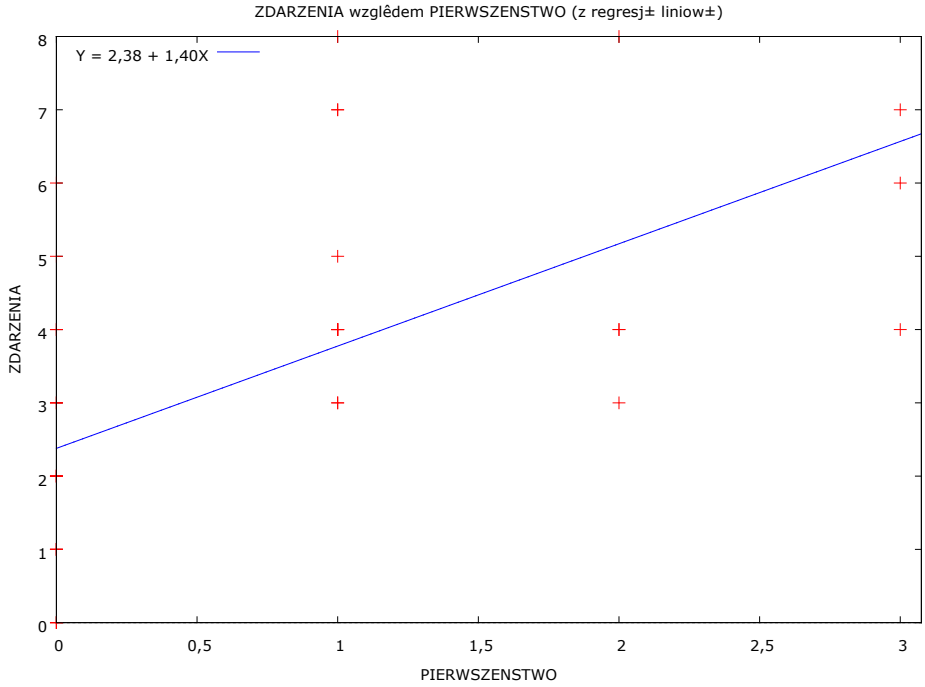


Wydruk komputerowy 17. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego]

```
Model 6: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       2,05762         0,385326        5,340     3,99e-06  ***
  PREDKOSC    1,64312         0,353158        4,653     3,56e-05  ***

Średn.aryt.zm.zależnej  3,309524   Odch.stand.zm.zależnej  2,191871
Suma kwadratów reszt    127,8086   Błąd standardowy reszt  1,787516
Wsp. determ. R-kwadrat  0,351147   Skorygowany R-kwadrat   0,334926
F(1, 40)                21,64727   Wartość p dla testu F   0,000036
Logarytm wiarygodności -82,96556   Kryt. inform. Akaike'a  169,9311
Kryt. bayes. Schwarza   173,4065   Kryt. Hannana-Quinna    171,2050
Autokorel.reszt - rho1  0,149993   Stat. Durbina-Watsona   1,678650


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 2,03597
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 2,03597) = 0,361323

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 3,64484
  z wartością p = 0,161634

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,970273
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,970273) = 0,330684
```

Zmienna PREDKOSC wykazuje wysoką istotność w przedstawionym modelu. Dopasowanie wynosi jednak 35%, co jest wynikiem niezbyt wysokim jednak wciąż godnym uwagi. Na wykresie widnieje silna korelacja dodatnia.

Diagram 13. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego]



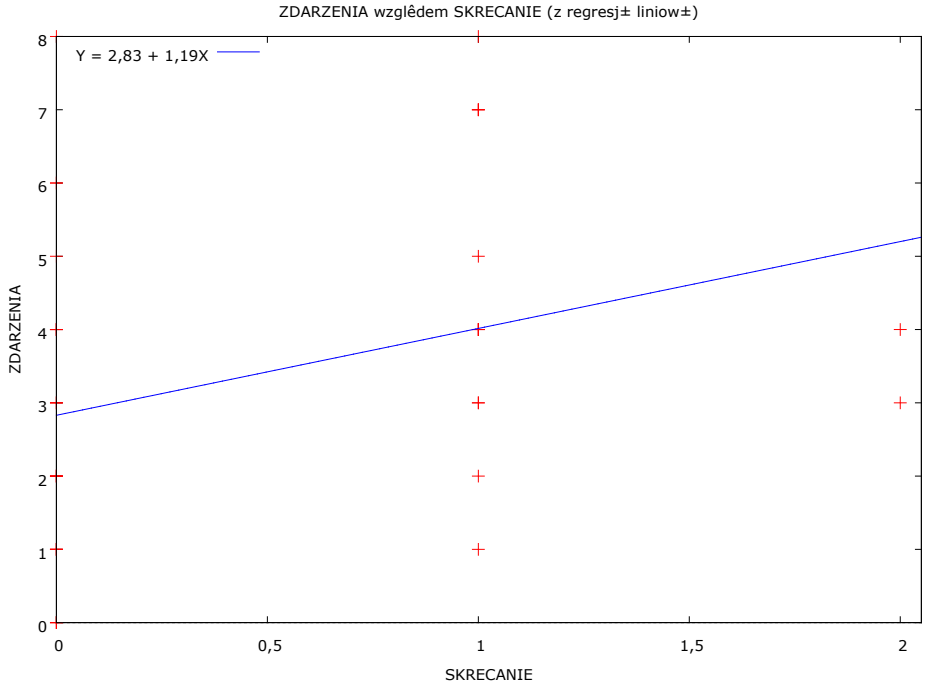
Wydruk komputerowy18. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERWSZENSTWO – [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego]

```
Model 5: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

                 współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------------
  const            2,37871        0,341364        6,968     2,08e-08  ***
  PIERWSZENSTWO    1,39623        0,301054        4,638     3,73e-05  ***

Średn.aryt.zm.zależnej  3,309524   Odch.stand.zm.zależnej  2,191871
Suma kwadratów reszt    128,0957   Błąd standardowy reszt  1,789523
Wsp. determ. R-kwadrat  0,349689   Skorygowany R-kwadrat   0,333432
F(1, 40)                21,50908   Wartość p dla testu F   0,000037
Logarytm wiarygodności -83,01268   Kryt. inform. Akaike'a  170,0254
Kryt. bayes. Schwarza   173,5007   Kryt. Hannana-Quinna    171,2992
Autokorel.reszt - rho1  0,018975   Stat. Durbina-Watsona   1,931228
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,842071
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,842071) = 0,656367

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 5,29228
  z wartością p = 0,0709245

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,0148722
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,0148722) = 0,903564
```

Ponownie zaobserwowano tutaj dopasowanie modelu w 35%. Wysoka istotność zmiennej PIERWSZENSTWO, z korelacją dodatnią między zmienną ZDARZENIA.

Diagram 14. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym skręcaniem na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego]

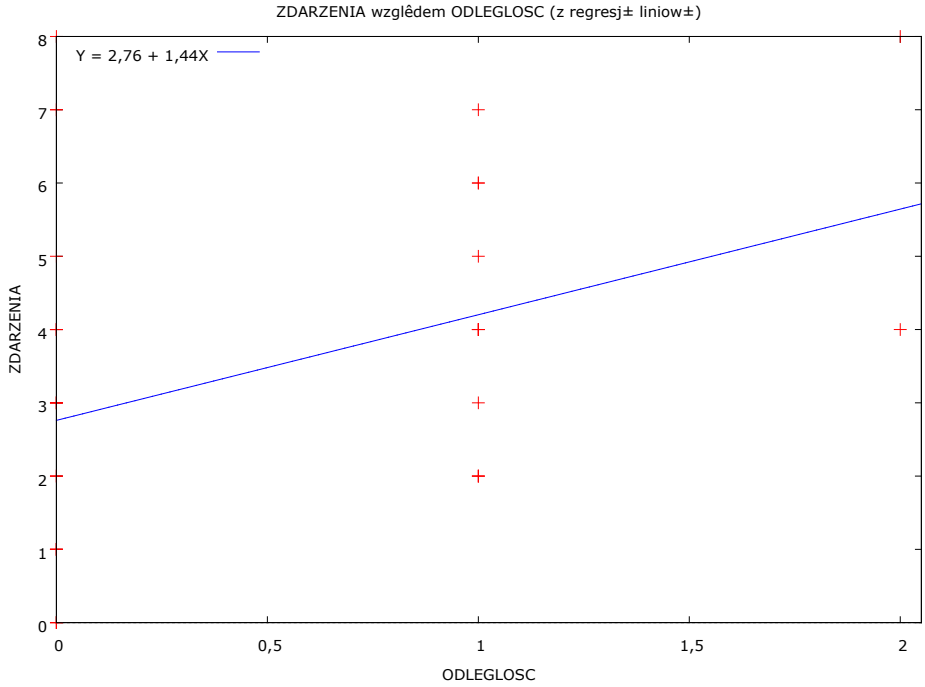


Wydruk komputerowy19. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą SKRECANIE – [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego]

```
Model 1: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const        2,82968         0,396007        7,146     1,18e-08  ***
  SKRECANIE    1,18550         0,560038        2,117     0,0405    **

Średn.aryt.zm.zależnej  3,309524   Odch.stand.zm.zależnej  2,191871
Suma kwadratów reszt    177,1332   Błąd standardowy reszt  2,104360
Wsp. determ. R-kwadrat  0,100738   Skorygowany R-kwadrat   0,078256
F(1, 40)                4,480914   Wartość p dla testu F   0,040545
Logarytm wiarygodności -89,81930   Kryt. inform. Akaike'a  183,6386
Kryt. bayes. Schwarza   187,1139   Kryt. Hannana-Quinna    184,9125
Autokorel.reszt - rho1 -0,121888   Stat. Durbina-Watsona   2,235635

Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,134669
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,134669) = 0,934882

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 3,91641
  z wartością p = 0,141112

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,598201
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,598201) = 0,443928
```

Zmienna SKRECANIE wykazuje istotność w modelu, jednakże nie na najwyższym poziomie. Współczynnik determinacji wynoszący 10% oznacza bardzo słabe dopasowanie modelu.

Diagram 15. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niezachowaniem bezpiecznej odległości na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego]



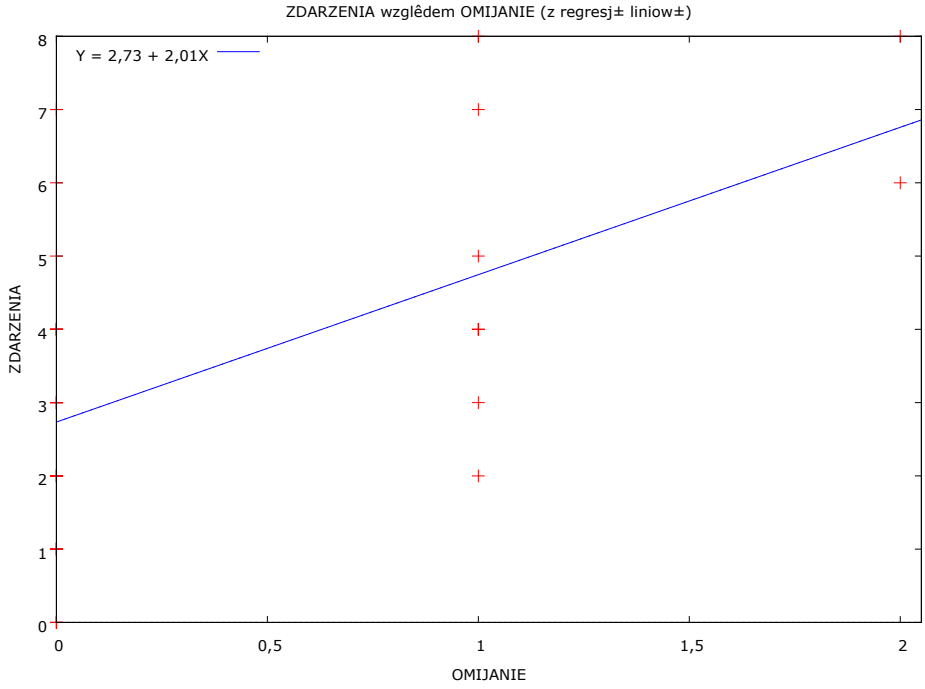
Wydruk komputerowy20. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą ODLEGLOSC – [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego]

```
Model 2: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const        2,76027         0,379338        7,277     7,75e-09  ***
  ODLEGLOSC    1,44178         0,549713        2,623     0,0123    **

Średn.aryt.zm.zależnej  3,309524   Odch.stand.zm.zależnej  2,191871
Suma kwadratów reszt    168,0719   Błąd standardowy reszt  2,049829
Wsp. determ. R-kwadrat  0,146740   Skorygowany R-kwadrat   0,125408
F(1, 40)                6,879025   Wartość p dla testu F   0,012281
Logarytm wiarygodności -88,71659   Kryt. inform. Akaike'a  181,4332
Kryt. bayes. Schwarza   184,9085   Kryt. Hannana-Quinna    182,7070
Autokorel.reszt - rho1 -0,258095   Stat. Durbina-Watsona   2,502083
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 1,13726
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 1,13726) = 0,5663

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 4,01656
  z wartością p = 0,13422

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 2,91937
  z wartością p = P(F(1,39) > 2,91937) = 0,0954706
```

Wykazano istotność zmiennej ODLEGLOSC, jednak nie na najwyższym poziomie. Dopasowanie modelu w 14% jest statystycznie niezadowalające.

Diagram 16. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym omijaniem na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego]



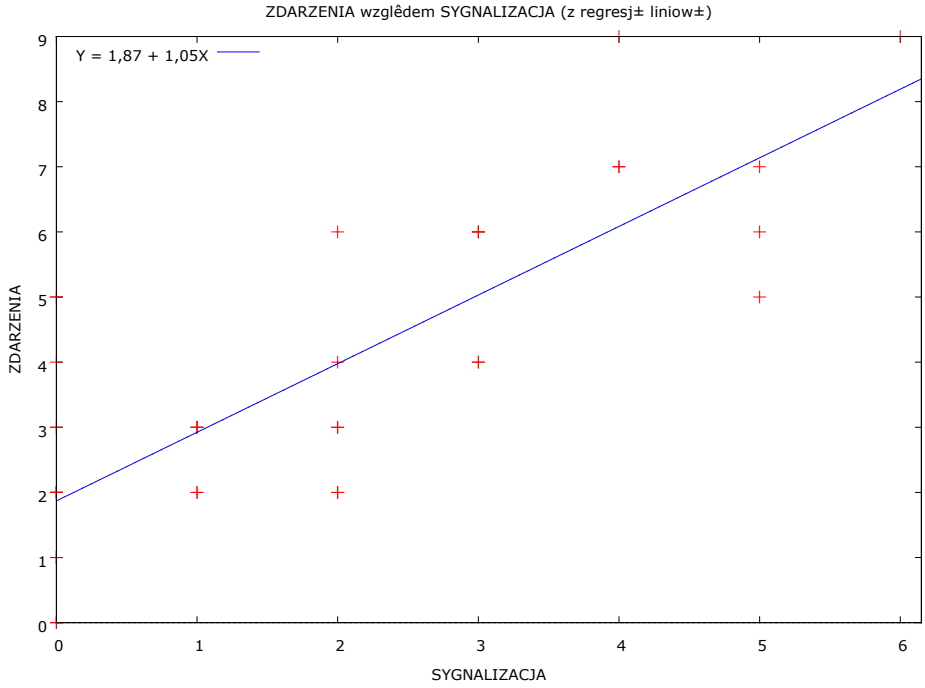
Wydruk komputerowy 21. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą OMIJANIE – [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego]

```
Model 3: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       2,73485         0,332709        8,220     3,99e-010 ***
  OMIJANIE    2,01136         0,539050        3,731     0,0006    ***

Średn.aryt.zm.zależnej  3,309524   Odch.stand.zm.zależnej  2,191871
Suma kwadratów reszt    146,1174   Błąd standardowy reszt  1,911265
Wsp. determ. R-kwadrat  0,258198   Skorygowany R-kwadrat   0,239652
F(1, 40)                13,92271   Wartość p dla testu F   0,000592
Logarytm wiarygodności -85,77698   Kryt. inform. Akaike'a  175,5540
Kryt. bayes. Schwarza   179,0293   Kryt. Hannana-Quinna    176,8278
Autokorel.reszt - rho1 -0,079473   Stat. Durbina-Watsona   2,135295
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,650064
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,650064) = 0,722504

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 2,39291
  z wartością p = 0,302264

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,246924
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,246924) = 0,622039
```

Widoczna tutaj jest wysoka istotność zmiennej OMIJANIE w modelu dzięki niskiej wartości statystyki *p*. Na wykresie można zauważyć korelację dodatnią między zmiennymi. Dopasowanie modelu w 25% jest jednak niewystarczające.

Diagram 17. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niestosowaniem się do sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu [Mickiewicza X Żeromskiego]



Wydruk komputerowy 22. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą SYGNALIZACJA – [Mickiewicza X Żeromskiego]

```
Model 1: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

                współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------------
  const           1,86945         0,284965        6,560     7,72e-08  ***
  SYGNALIZACJA    1,05359         0,120987        8,708     8,90e-011 ***

Średn.aryt.zm.zależnej  3,500000   Odch.stand.zm.zależnej  2,340002
Suma kwadratów reszt    77,52455   Błąd standardowy reszt  1,392162
Wsp. determ. R-kwadrat  0,654679   Skorygowany R-kwadrat   0,646046
F(1, 40)                75,83428   Wartość p dla testu F   8,90e-11
Logarytm wiarygodności -72,46684   Kryt. inform. Akaike'a  148,9337
Kryt. bayes. Schwarza   152,4090   Kryt. Hannana-Quinna    150,2075
Autokorel.reszt - rho1  0,147490   Stat. Durbina-Watsona   1,693875


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,081688
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,081688) = 0,959979

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 2,80026
  z wartością p = 0,246565

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,879789
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,879789) = 0,354032
```

W przedstawionym modelu zmienność liczby wszystkich incydentów drogowych w badanym okresie w 65% wyjaśnia zmienność zdarzeń spowodowanych wyłącznie nieprzestrzeganiem sygnalizacji świetlnej przez kierowców. Zmienna SYGNALIZACJA jest istotna statystycznie, czego wyrazem jest statystyka *p* poniżej 0,01. Na wydruku 22 wyraźna jest korelacja dodatnia między obiema zmiennymi. Potwierdza to także dodatni współczynnik regresji liniowej wynoszący 1,05. Wyraz wolny wynoszący 1,86 oznacza, że występują zdarzenia spowodowane innymi przyczynami niż nieprzestrzeganie sygnalizacji świetlnej przez kierowców.

Wydruk komputerowy 23. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS – [Mickiewicza X Żeromskiego]

```
Model 3: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

            współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       3,12857         0,482468        6,485     9,86e-08  ***
  PAS         0,557143        0,482468        1,155     0,2550

Średn.aryt.zm.zależnej  3,500000   Odch.stand.zm.zależnej  2,340002
Suma kwadratów reszt    217,2571   Błąd standardowy reszt  2,330543
Wsp. determ. R-kwadrat  0,032262   Skorygowany R-kwadrat   0,008069
F(1, 40)                1,333509   Wartość p dla testu F   0,255034
Logarytm wiarygodności -94,10707   Kryt. inform. Akaike'a  192,2141
Kryt. bayes. Schwarza   195,6895   Kryt. Hannana-Quinna    193,4880
Autokorel.reszt - rho1  0,279732   Stat. Durbina-Watsona   1,428911


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 1,70365
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 1,70365) = 0,426636

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 6,99984
  z wartością p = 0,0301998

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 3,30614
  z wartością p = P(F(1,39) > 3,30614) = 0,076708
```

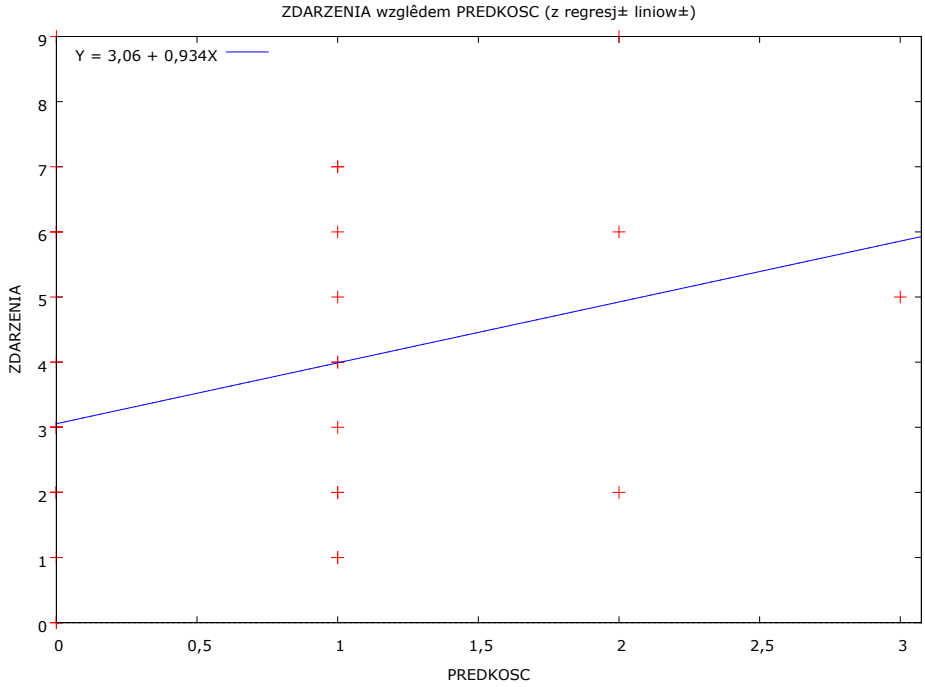
Model nie spełnia podstawowych założeń modelu regresji. Dowodzi tego brak rozkładu normalnego składnika losowego po przeprowadzeniu testu, gdzie wartość *p* jest niższa niż przyjęty poziom istotności 0,05.

Wydruk komputerowy 24. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERWSZENSTWO – [Mickiewicza X Żeromskiego]

```
Model 4: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

                 współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------------
  const            2,36957         0,395468        5,992     4,85e-07  ***
  PIERWSZENSTWO    1,82609         0,415762        4,392     8,02e-05  ***

Średn.aryt.zm.zależnej  3,500000   Odch.stand.zm.zależnej  2,340002
Suma kwadratów reszt    151,4565   Błąd standardowy reszt  1,945871
Wsp. determ. R-kwadrat  0,325361   Skorygowany R-kwadrat   0,308495
F(1, 40)                19,29094   Wartość p dla testu F   0,000080
Logarytm wiarygodności -86,53063   Kryt. inform. Akaike'a  177,0613
Kryt. bayes. Schwarza   180,5366   Kryt. Hannana-Quinna    178,3351
Autokorel.reszt - rho1  0,199345   Stat. Durbina-Watsona   1,581268


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 7,60004
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 7,60004) = 0,0223703

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 3,51191
  z wartością p = 0,172742

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 1,57718
  z wartością p = P(F(1,39) > 1,57718) = 0,216639
```

Model estymowany KMNK nie spełnia podstawowego założenia modelu regresji o homoskedastyczności reszt. Występuje tutaj zmienność wariancji resztowej, należy zatem użyć innej metody estymacji.

Diagram 18. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu na skrzyżowaniu [Mickiewicza X Żeromskiego]

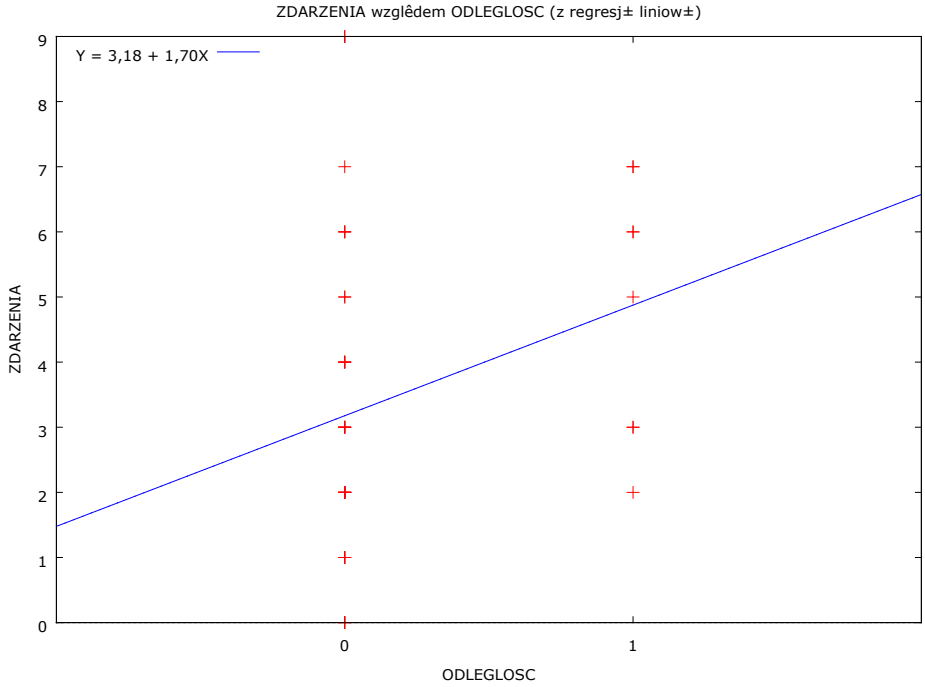


Wydruk komputerowy 25. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Mickiewicza X Żeromskiego]

```
Model 5: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

            współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       3,05508         0,416685        7,332     6,50e-09  ***
  PREDKOSC    0,934322        0,477373        1,957     0,0573    *

Średn.aryt.zm.zależnej  3,500000   Odch.stand.zm.zależnej  2,340002
Suma kwadratów reszt    204,8792   Błąd standardowy reszt  2,263179
Wsp. determ. R-kwadrat  0,087398   Skorygowany R-kwadrat   0,064583
F(1, 40)                3,830698   Wartość p dla testu F   0,057326
Logarytm wiarygodności -92,87519   Kryt. inform. Akaike'a  189,7504
Kryt. bayes. Schwarza   193,2257   Kryt. Hannana-Quinna    191,0242
Autokorel.reszt - rho1  0,384421   Stat. Durbina-Watsona   1,210584


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,168165
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,168165) = 0,919355

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 4,44593
  z wartością p = 0,108288

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 7,04959
  z wartością p = P(F(1,39) > 7,04959) = 0,0114201
```

Występująca autokorelacja składnika losowego uniemożliwia analizowanie wyników estymowanych metodą KMNK.

Diagram 19. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niezachowaniem bezpiecznej odległości na skrzyżowaniu [Mickiewicza X Żeromskiego]



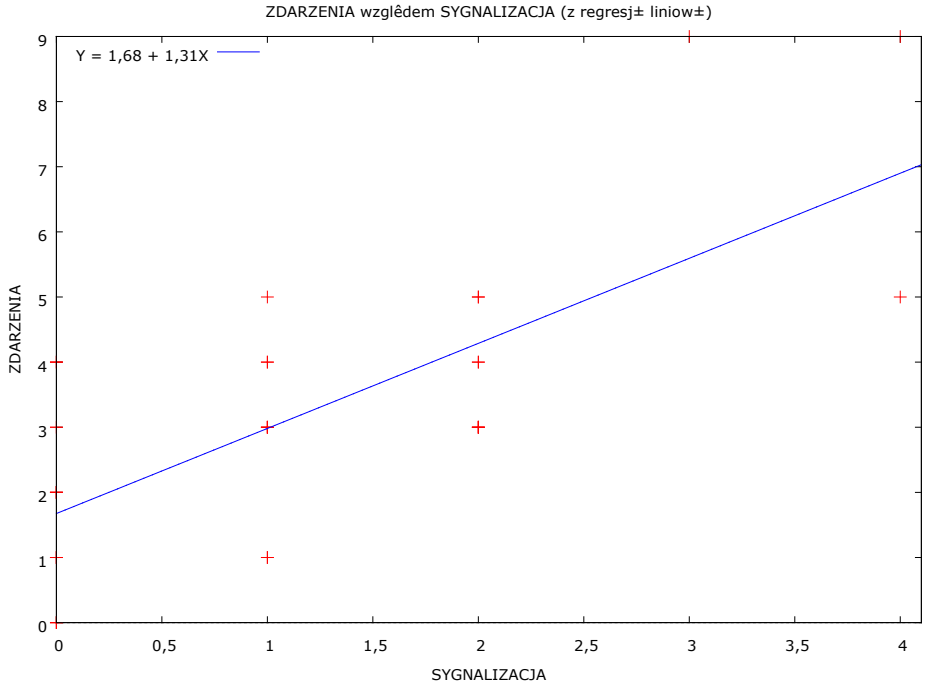
Wydruk komputerowy 26. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą ODLEGLOSC – [Mickiewicza X Żeromskiego]

```
Model 6: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const        3,17647         0,389019        8,165     4,72e-010 ***
  ODLEGLOSC    1,69853         0,891353        1,906     0,0639    *

Średn.aryt.zm.zależnej  3,500000   Odch.stand.zm.zależnej  2,340002
Suma kwadratów reszt    205,8162   Błąd standardowy reszt  2,268348
Wsp. determ. R-kwadrat  0,083224   Skorygowany R-kwadrat   0,060305
F(1, 40)                3,631167   Wartość p dla testu F   0,063912
Logarytm wiarygodności -92,97101   Kryt. inform. Akaike'a  189,9420
Kryt. bayes. Schwarza   193,4174   Kryt. Hannana-Quinna    191,2159
Autokorel.reszt - rho1  0,168409   Stat. Durbina-Watsona   1,651997
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,433939
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(1) > 0,433939) = 0,510063

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 5,98725
  z wartością p = 0,0501055

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 1,17115
  z wartością p = P(F(1,39) > 1,17115) = 0,285811
```

Na wykresie widnieje dość silna korelacja dodatnia z współczynnikiem regresji równym 1,7. Zmienna ODLEGLOSC jest jednak istotna na najniższym poziomie. Dopasowanie modelu w zaledwie 8%.

Diagram 20. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niestosowaniem się do sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Sikorskiego]



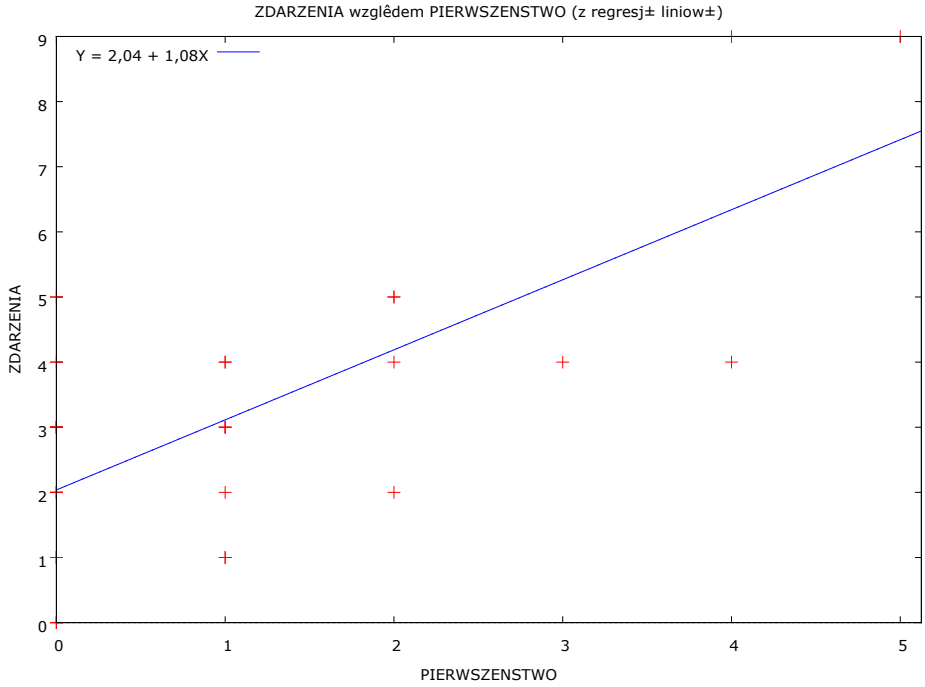
Wydruk komputerowy 27. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą SYGNALIZACJA – [Włókniarzy X Sikorskiego]

```
Model 1: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

                współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------------
  const           1,67528       0,276447         6,060      3,89e-07  ***
  SYGNALIZACJA    1,30627       0,193191         6,762      4,03e-08  ***

Średn.aryt.zm.zależnej  2,857143   Odch.stand.zm.zależnej  2,006957
Suma kwadratów reszt    77,06273   Błąd standardowy reszt  1,388009
Wsp. determ. R-kwadrat  0,533357   Skorygowany R-kwadrat   0,521691
F(1, 40)                45,71866   Wartość p dla testu F   4,03e-08
Logarytm wiarygodności -72,34137   Kryt. inform. Akaike'a  148,6827
Kryt. bayes. Schwarza   152,1581   Kryt. Hannana-Quinna    149,9566
Autokorel.reszt - rho1  0,099397   Stat. Durbina-Watsona   1,774412
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 6,1447
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 6,1447) = 0,0463121

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 2,85849
  z wartością p = 0,23949

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,386699
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,386699) = 0,537658
```

Przeprowadzenie testów na spełnienie podstawowych założeń modelu regresji liniowej wykazało, iż w przedstawionym modelu występuje zmienność wariancji resztowej – heteroskedastyczność. Oznacza to, że należy zastosować inną metodę estymacji niż zastosowana klasyczna metoda najmniejszych kwadratów.

Diagram 21. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Sikorskiego]



Wydruk komputerowy 28. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERWSZENSTWO – [Włókniarzy X Sikorskiego]

```
Model 2: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

                 współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------------
  const            2,03774        0,269926        7,549     3,26e-09  ***
  PIERWSZENSTWO    1,07547        0,184394        5,832     8,13e-07  ***

Średn.aryt.zm.zależnej  2,857143   Odch.stand.zm.zależnej  2,006957
Suma kwadratów reszt    89,24528   Błąd standardowy reszt  1,493697
Wsp. determ. R-kwadrat  0,459587   Skorygowany R-kwadrat   0,446077
F(1, 40)                34,01752   Wartość p dla testu F   8,13e-07
Logarytm wiarygodności -75,42352   Kryt. inform. Akaike'a  154,8470
Kryt. bayes. Schwarza   158,3224   Kryt. Hannana-Quinna    156,1209
Autokorel.reszt - rho1 -0,061582   Stat. Durbina-Watsona   2,002354
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 2,98903
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 2,98903) = 0,224358

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 0,836719
  z wartością p = 0,658126

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,135779
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,135779) = 0,714507
```

Dopasowanie modelu wynosi tutaj 45%, ze zmienną PIERWSZENSTWO, która wykazuje istotność na najwyższym poziomie. Na wykresie widnieje korelacja dodatnia.

Wydruk komputerowy 29. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Włókniarzy X Sikorskiego]

```
Model 4: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       2,50174        0,395417         6,327      1,64e-07  ***
  PREDKOSC    0,481507       0,339424         1,419      0,1638

Średn.aryt.zm.zależnej  2,857143   Odch.stand.zm.zależnej  2,006957
Suma kwadratów reszt    157,2324   Błąd standardowy reszt  1,982627
Wsp. determ. R-kwadrat  0,047901   Skorygowany R-kwadrat   0,024098
F(1, 40)                2,012430   Wartość p dla testu F   0,163760
Logarytm wiarygodności -87,31658   Kryt. inform. Akaike'a  178,6332
Kryt. bayes. Schwarza   182,1085   Kryt. Hannana-Quinna    179,9070
Autokorel.reszt - rho1  0,341512   Stat. Durbina-Watsona   1,307198


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,740189
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,740189) = 0,690669

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 13,6142
  z wartością p = 0,00110588

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 5,03198
  z wartością p = P(F(1,39) > 5,03198) = 0,0306376
```

Model nie spełnia podstawowych założeń modelu regresji liniowej po estymacji metodą KMNK. W powyższym przypadku nie spełnione są założenia dotyczące normalności rozkładu reszt oraz braku autokorelacji składnika losowego. W kolejnym kroku należałoby zastosować inną, odpowiednią metodę estymacji.

Wydruk komputerowy 30. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą SKRECANIE – [Włókniarzy X Sikorskiego]

```
Model 5: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const        2,60707         0,336938        7,738     1,80e-09  ***
  SKRECANIE    0,954813        0,563805        1,694     0,0981    *

Średn.aryt.zm.zależnej  2,857143   Odch.stand.zm.zależnej  2,006957
Suma kwadratów reszt    154,0943   Błąd standardowy reszt  1,962742
Wsp. determ. R-kwadrat  0,066903   Skorygowany R-kwadrat   0,043576
F(1, 40)                2,867998   Wartość p dla testu F   0,098132
Logarytm wiarygodności -86,89322   Kryt. inform. Akaike'a  177,7864
Kryt. bayes. Schwarza   181,2618   Kryt. Hannana-Quinna    179,0603
Autokorel.reszt - rho1  0,266162   Stat. Durbina-Watsona   1,460397
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 1,08317
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 1,08317) = 0,581824

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 9,72401
  z wartością p = 0,00773495

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 2,9336
  z wartością p = P(F(1,39) > 2,9336) = 0,094695
```

Po przeprowadzeniu testów sprawdzających spełnienie założeń modelu regresji widoczne jest niespełnienie założenia o normalności rozkładu reszt. Wyniki estymacji metodą KMNK nie nadają się zatem do dalszych analiz.

Wydruk komputerowy 31. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS – [Włókniarzy X Sikorskiego]

```
Model 7: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       2,88235         0,348346        8,274     3,37e-010 ***
  PAS        -0,132353        0,798162       -0,1658    0,8691

Średn.aryt.zm.zależnej  2,857143   Odch.stand.zm.zależnej  2,006957
Suma kwadratów reszt    165,0294   Błąd standardowy reszt  2,031191
Wsp. determ. R-kwadrat  0,000687   Skorygowany R-kwadrat  -0,024296
F(1, 40)                0,027497   Wartość p dla testu F   0,869132
Logarytm wiarygodności -88,33295   Kryt. inform. Akaike'a  180,6659
Kryt. bayes. Schwarza   184,1412   Kryt. Hannana-Quinna    181,9398
Autokorel.reszt - rho1  0,246412   Stat. Durbina-Watsona   1,491238
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,798503
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(1) > 0,798503) = 0,371541

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 8,36526
  z wartością p = 0,0152583

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 2,60118
  z wartością p = P(F(1,39) > 2,60118) = 0,114848
```

Po przeprowadzeniu testu na normalność rozkładu składnika losowego, wartość *p* osiąga wartość niższą niż przyjęty poziom istotności (0,05). Hipoteza zerowa jest zatem odrzucona na rzecz alternatywnej. Należy zastosować inną metodę estymacji.

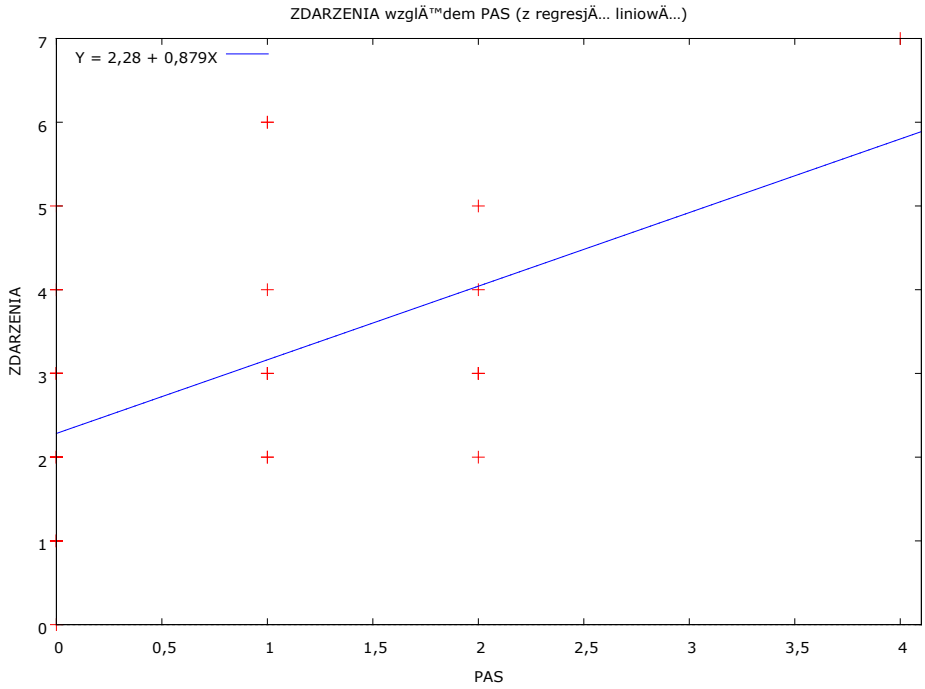
Wydruk komputerowy 32. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Włókniarzy X Limanowskiego]

```
Model 1: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       2,26134         0,284724        7,942     9,47e-010 ***
  PREDKOSC    0,667387        0,240228        2,778     0,0083    ***

Średn.aryt.zm.zależnej  2,785714   Odch.stand.zm.zależnej  1,490387
Suma kwadratów reszt    76,34125   Błąd standardowy reszt  1,381496
Wsp. determ. R-kwadrat  0,161743   Skorygowany R-kwadrat   0,140787
F(1, 40)                7,718069   Wartość p dla testu F   0,008285
Logarytm wiarygodności -72,14384   Kryt. inform. Akaike'a  148,2877
Kryt. bayes. Schwarza   151,7630   Kryt. Hannana-Quinna    149,5615
Autokorel.reszt - rho1 -0,111229   Stat. Durbina-Watsona   2,203185
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,0914783
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,0914783) = 0,955291

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 7,71215
  z wartością p = 0,0211509

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,491487
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,491487) = 0,487427
```

Hipoteza zerowa mówiąca o normalności rozkładu składnika losowego zostaje odrzucona na rzecz alternatywnej. Dowodzi temu zbyt niska wartość *p* równa 0,02.

Diagram 22. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym zmienianiem pasa ruchu na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Limanowskiego]

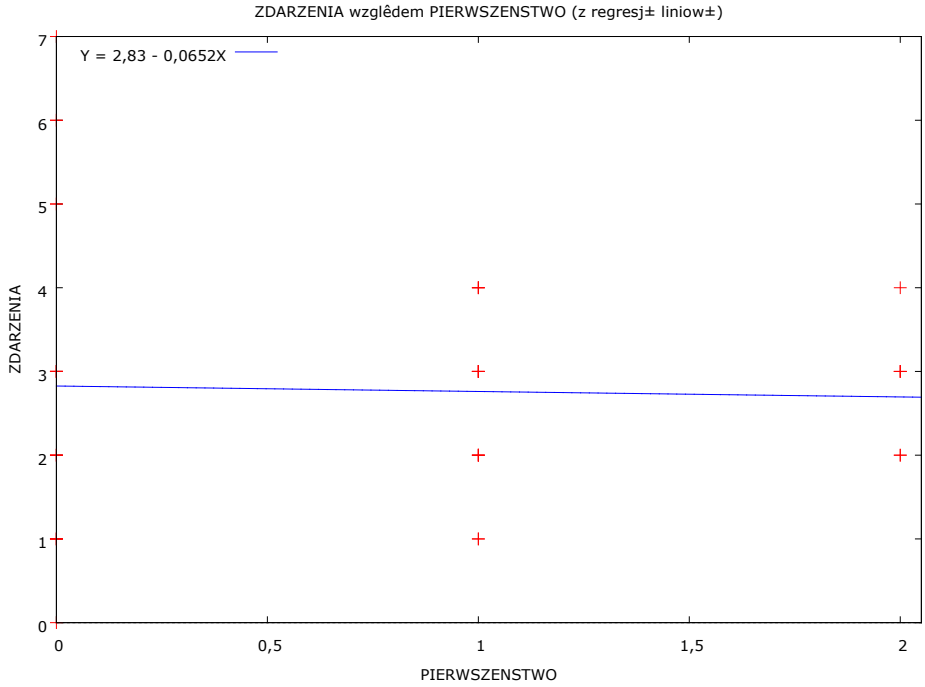


Wydruk komputerowy 33. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS – [Włókniarzy X Limanowskiego]

```
Model 2: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

            współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const       2,28333         0,231968        9,843     3,04e-012 ***
  PAS         0,879167        0,216986        4,052     0,0002    ***

Średn.aryt.zm.zależnej  2,785714   Odch.stand.zm.zależnej  1,490387
Suma kwadratów reszt    64,57083   Błąd standardowy reszt  1,270540
Wsp. determ. R-kwadrat  0,290987   Skorygowany R-kwadrat   0,273262
F(1, 40)                16,41645   Wartość p dla testu F   0,000227
Logarytm wiarygodności -68,62738   Kryt. inform. Akaike'a  141,2548
Kryt. bayes. Schwarza   144,7301   Kryt. Hannana-Quinna    142,5286
Autokorel.reszt - rho1 -0,061009   Stat. Durbina-Watsona   2,108587


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,759538
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,759538) = 0,684019

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 2,41239
  z wartością p = 0,299334

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,149251
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,149251) = 0,701352
```

Na wydruku 33 widoczna jest wysoka istotność zmiennej PAS, jak również korelacja dodatnia. Współczynnik determinacji równy 29% świadczy o dość słabym dopasowaniu modelu.

Diagram 23. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Limanowskiego]

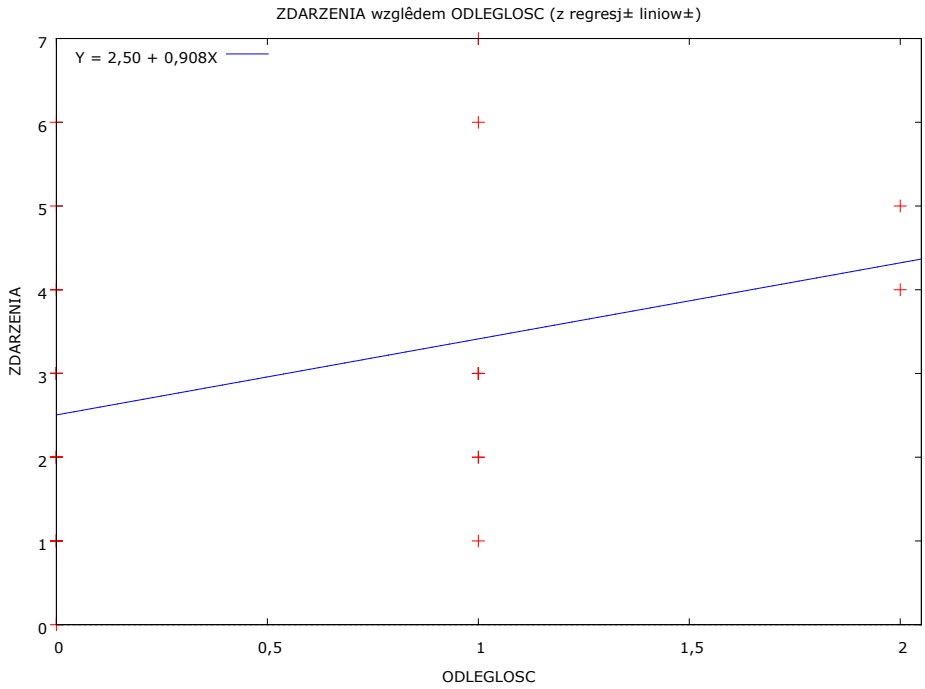


Wydruk komputerowy 34. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERWSZENSTWO – [Włókniarzy X Limanowskiego]

```
Model 3: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

                  współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------------
  const             2,82609        0,306504        9,220     1,90e-011 ***
  PIERWSZENSTWO    -0,0652174      0,322233       -0,2024    0,8406

Średn.aryt.zm.zależnej  2,785714   Odch.stand.zm.zależnej  1,490387
Suma kwadratów reszt    90,97826   Błąd standardowy reszt  1,508130
Wsp. determ. R-kwadrat  0,001023   Skorygowany R-kwadrat  -0,023951
F(1, 40)                0,040963   Wartość p dla testu F   0,840636
Logarytm wiarygodności -75,82739   Kryt. inform. Akaike'a  155,6548
Kryt. bayes. Schwarza   159,1301   Kryt. Hannana-Quinna    156,9286
Autokorel.reszt - rho1 -0,212371   Stat. Durbina-Watsona   2,390598


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 5,83335
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 5,83335) = 0,0541133

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 4,06648
  z wartością p = 0,130911

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 1,84777
  z wartością p = P(F(1,39) > 1,84777) = 0,181852
```

Na wydruku 34 widoczny jest jedyny przypadek korelacji ujemnej między zmiennymi – jednakże wciąż bardzo słabej. Nie mniej jednak zmienna PIERWSZENSTWO jest nieistotna w modelu. A sam model jest dopasowany na poziomie zbliżonym do 0.

Diagram 24. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niezachowaniem bezpiecznej odległości między pojazdami na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Limanowskiego]

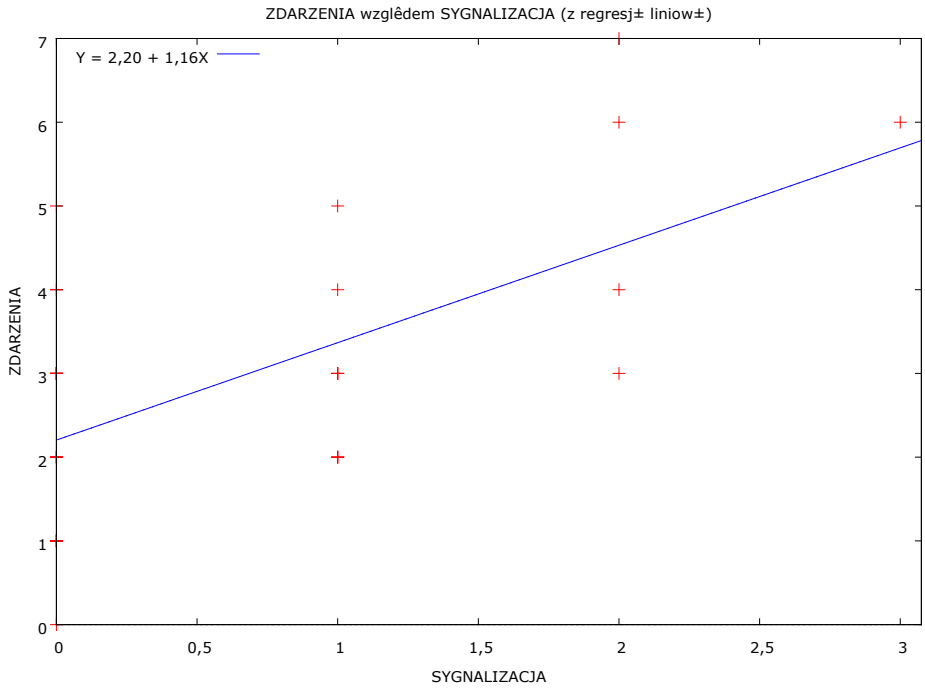


Wydruk komputerowy 35. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą ODLEGLOSC – [Włókniarzy X Limanowskiego]

```
Model 4: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

             współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------
  const        2,50459         0,250343        10,00     1,91e-012 ***
  ODLEGLOSC    0,908257        0,393491         2,308    0,0262    **

Średn.aryt.zm.zależnej  2,785714   Odch.stand.zm.zależnej  1,490387
Suma kwadratów reszt    80,36697   Błąd standardowy reszt  1,417453
Wsp. determ. R-kwadrat  0,117539   Skorygowany R-kwadrat   0,095478
F(1, 40)                5,327789   Wartość p dla testu F   0,026240
Logarytm wiarygodności -73,22303   Kryt. inform. Akaike'a  150,4461
Kryt. bayes. Schwarza   153,9214   Kryt. Hannana-Quinna    151,7199
Autokorel.reszt - rho1 -0,131363   Stat. Durbina-Watsona   2,202751


Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 2,99237
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 2,99237) = 0,223983

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 3,71916
  z wartością p = 0,155738

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 0,672515
  z wartością p = P(F(1,39) > 0,672515) = 0,41716
```

Zmienna ODLEGLOSC jest istotna w modelu ,ale nie w najwyższym stopniu. Model jest jednak dopasowany jedynie w 11%. Występuje tutaj umiarkowana korelacja dodatnia.

Diagram 25. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niestosowaniem się do sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Limanowskiego]



Wydruk komputerowy 36. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą SYGNALIZACJA – [Włókniarzy X Limanowskiego]

```
Model 5: Estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2013:01-2016:06 (N = 42)
Zmienna zależna: ZDARZENIA

                współczynnik  błąd standardowy  t-Studenta  wartość p
  ---------------------------------------------------------------------
  const           2,20408         0,221924        9,932     2,35e-012 ***
  SYGNALIZACJA    1,16327         0,243106        4,785     2,34e-05  ***

Średn.aryt.zm.zależnej  2,785714   Odch.stand.zm.zależnej  1,490387
Suma kwadratów reszt    57,91837   Błąd standardowy reszt  1,203312
Wsp. determ. R-kwadrat  0,364034   Skorygowany R-kwadrat   0,348134
F(1, 40)                22,89641   Wartość p dla testu F   0,000023
Logarytm wiarygodności -66,34408   Kryt. inform. Akaike'a  136,6882
Kryt. bayes. Schwarza   140,1635   Kryt. Hannana-Quinna    137,9620
Autokorel.reszt - rho1 -0,232877   Stat. Durbina-Watsona   2,351850
```

```
Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej)
  Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje
  Statystyka testu: LM = 0,315762
  z wartością p = P(Chi-kwadrat(2) > 0,315762) = 0,853952

Test na normalność rozkładu reszt -
  Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny
  Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 1,8541
  z wartością p = 0,395719

Test LM na autokorelację rzędu 1 -
  Hipoteza zerowa: brak autokorelacji składnika losowego
  Statystyka testu: LMF = 2,12837
  z wartością p = P(F(1,39) > 2,12837) = 0,152602
```

Na wydruku widoczna jest dość silna korelacja dodatnia między zmiennymi. Co więcej, zmienna SYGNALIZACJA jest istotna w modelu na najwyższym poziomie dzięki bardzo niskiej wartości statystyki *p*. Współczynnik R^2 wynosi jednak jedynie 36%, co nie jest zadowalającym wynikiem.

WYKAZY

Tabel

Tabela 1. Wykaz najbardziej niebezpiecznych skrzyżowań w Łodzi 21
Tabela 2. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] do liczby zdarzeń w całym mieście 27
Tabela 3. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] do liczby przyczyn występujących w całym mieście 28
Tabela 4. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016 29
Tabela 5. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013 30
Tabela 6. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014 30
Tabela 7. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015 31
Tabela 8. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.06.2016 32
Tabela 9. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście 37
Tabela 10. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście 38
Tabela 11. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016 39
Tabela12. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013 40
Tabela 13. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014 41
Tabela 14. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015 42
Tabela 15. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.06.2016 43
Tabela 16. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście 49
Tabela 17. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście 50

Tabela 18. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016 51
Tabela 19. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013 52
Tabela 20. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014 52
Tabela 21. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015 53
Tabela 22. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.06.2016 53
Tabela 23. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście 59
Tabela 24. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście 61
Tabela 25. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016 62
Tabela 26. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013 63
Tabela 27. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014 64
Tabela 28. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015 65
Tabela 29. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.06.2016 66
Tabela 30. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście 71
Tabela 31. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście 72
Tabela 32. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016 73
Tabela 33. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013 73
Tabela 34. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014 74
Tabela 35. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015 75
Tabela 36. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.06.2016 75
Tabela 37. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście 80
Tabela 38. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] w stosunku do liczby przyczyn występujących w całym mieście 81
Tabela 39. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016 82
Tabela 40. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013 82
Tabela 41. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014 83

Tabela 42. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015 84
Tabela 43. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.12.2016 84
Tabela 44. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście. 89
Tabela 45. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście 90
Tabela 46. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–30.06.2016 91
Tabela 47. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2013–31.12.2013 92
Tabela 48. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2014–31.12.2014 92
Tabela 49. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2015–31.12.2015 93
Tabela 50. Przyczyny wypadków i kolizji na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] oraz ich liczba w okresie 01.01.2016–30.06.2016 94

Wykresów

Wykres 1. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian 27
Wykres 2. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Paderewskiego] X [Pabianicka] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian 28
Wykres 3. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu [Paderewskiego] X [Pabianicka] 32
Wykres 4. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu [Paderewskiego] X [Pabianicka] 33
Wykres 5. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Paderewskiego] X [Pabianicka] 33
Wykres 6. Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami [Paderewskiego] X [Pabianicka] 33
Wykres 7. Przyczyny zdarzeń drogowych [Paderewskiego] X [Pabianicka] 33
Wykres 8. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] w stosunku do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian 38
Wykres 9. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian 39
Wykres 10. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu [Włókniarzy] X [Bandurskiego] 43
Wykres 11. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Włókniarzy] X [Bandurskiego]. 44
Wykres 12. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu [Włókniarzy] X [Bandurskiego]. 44
Wykres 13. Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami [Włókniarzy] X [Bandurskiego] 45
Wykres 14. Przyczyny zdarzeń drogowych [Włókniarzy] X [Bandurskiego]. 45
Wykres 15. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian 49

Wykres 16. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian 50
Wykres.17. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] 54
Wykres 18. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu [Strykowska] X [Wojska Polskiego] 54
Wykres 19. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Strykowska] X [Wojska Polskiego]. 55
Wykres 20. Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami [Strykowska] X [Wojska Polskiego] 55
Wykres 21. Przyczyny zdarzeń drogowych [Strykowska] X [Wojska Polskiego] 56
Wykres 22. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian 61
Wykres 23. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego] X [Piłsudskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian 62
Wykres 24. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego] 67
Wykres 25. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego] . 67
Wykres 26. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego] 67
Wykres 27. Nieprawidłowe skręcanie [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego] 68
Wykres 28. Nieprawidłowe omijanie [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego] 68
Wykres 29. Przyczyny zdarzeń drogowych [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego] 68
Wykres 30. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian 71
Wykres 31. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian 72
Wykres 32. Sygnalizacja świetlna łącznie [Mickiewicza] X [Żeromskiego]. 76
Wykres 33. Nieprawidłowe: zmienianie pasa ruchu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] 76
Wykres 34. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Mickiewicza] X [Żeromskiego] 77
Wykres 35. Przyczyny zdarzeń drogowych [Mickiewicza] X [Żeromskiego] 77
Wykres 36. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian 80
Wykres 37. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian 81
Wykres 38. Sygnalizacja świetlna łącznie [Włókniarzy] X [Sikorskiego] 85
Wykres 39. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] 86
Wykres 40. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu [Włókniarzy] X [Sikorskiego] . . 86
Wykres 41. Nieprawidłowe skręcanie [Włókniarzy] X [Sikorskiego] 86
Wykres 42. Przyczyny zdarzeń drogowych [Włókniarzy] X [Sikorskiego] 87
Wykres 43. Wskaźnik 1 – stosunek liczby zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] do liczby zdarzeń w całym mieście – dynamika zmian 89
Wykres 44. Wskaźnik 2 – stosunek liczby przyczyn zdarzeń drogowych występujących na skrzyżowaniu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] do liczby przyczyn występujących w całym mieście – dynamika zmian 90
Wykres 45. Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] 94

Wykres 46. Nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] 95
Wykres 47. Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu [Włókniarzy] X [Limanowskiego] 95
Wykres 48. Niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej [Włókniarzy] X [Limanowskiego] . . . 96
Wykres 49. Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami [Włókniarzy] X [Limanowskiego] 96
Wykres 50. Przyczyny zdarzeń drogowych [Włókniarzy] X [Limanowskiego] 97

Map

Mapa 1. Schemat skrzyżowania [Paderewskiego] X [Pabianicka] – plan sytuacyjny i punkty kolizji 26
Mapa 2. Propozycja zmiany organizacji ruchu nr 2 – [Paderewskiego] X [Pabianicka]. 35
Mapa 3. Schemat skrzyżowania [Włókniarzy] X [Bandurskiego] – plan sytuacyjny i punkty kolizji 37
Mapa 4. Propozycja zmiany organizacji ruchu nr 1 – [Włókniarzy] X [Bandurskiego] 47
Mapa 5. Schemat skrzyżowania [Strykowska] X [Wojska Polskiego] – plan sytuacyjny i punkty kolizji 48
Mapa 6. Schemat skrzyżowania [Śmigłego Rydza] X [Piłsudskiego] – plan sytuacyjny i punkty kolizji 60
Mapa 7. Schemat skrzyżowania [Mickiewicza] X [Żeromskiego] 70
Mapa 8. Schemat skrzyżowania [Włókniarzy] X [Sikorskiego] – plan sytuacyjny i punkty kolizji . 79
Mapa 9. Schemat skrzyżowania [Włókniarzy] X [Limanowskiego] – plan sytuacyjny i punkty kolizji 88

Rysunków

Rysunek 1. Rondo turbinowe. 13
Rysunek 2. Fragment mapy miasta Łódź, z zaznaczonymi stacjami roweru publicznego 16
Rysunek 3. Dane dotyczące stanu BRD w obrębie fotoradarów stacjonarnych GITD (za okres styczeń 2008–listopad 2014). 20
Rysunek 4. Północna część skrzyżowania z rondem 57
Rysunek 5. Południowa część skrzyżowania z rondem 58

Zdjęć

Zdjęcie 1. Projekt Woonerfu na ulicy Pogonowskiego w Łodzi, przedstawiony w ramach budżetu obywatelskiego 2016. 19

Diagramów

Diagram 1. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu na skrzyżowaniu [Paderewskiego X Pabianicka] 109

Diagram 2. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym zmienianiem pasa ruchu na skrzyżowaniu [Paderewskiego X Pabianicka] 111
Diagram 3. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu na skrzyżowaniu [Paderewskiego X Pabianicka] 113
Diagram 4. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niezachowaniem bezpiecznej odległości na skrzyżowaniu [Paderewskiego X Pabianicka] 115
Diagram 5. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym omijaniem na skrzyżowaniu [Paderewskiego X Pabianicka] 117
Diagram 6. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Bandurskiego] 119
Diagram 7. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym zmienianiem pasa ruchu na skrzyżowaniu [Strykowska X Wojska Polskiego] 125
Diagram 8. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu na skrzyżowaniu [Strykowska X Wojska Polskiego] 127
Diagram 9. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu na skrzyżowaniu [Strykowska X Wojska Polskiego] 129
Diagram 10. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niezachowaniem bezpiecznej odległości na skrzyżowaniu [Strykowska X Wojska Polskiego 131
Diagram 11. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym skręcaniem niezachowaniem na skrzyżowaniu [Strykowska X Wojska Polskiego] 133
Diagram 12. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego] 136
Diagram 13. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu na skrzyżowaniu na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego] 138
Diagram 14. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym skręcaniem na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego] 140
Diagram 15. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niezachowaniem bezpiecznej odległości na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego] 142
Diagram 16. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym omijaniem na skrzyżowaniu [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego] 144
Diagram 17. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niestosowaniem się do sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu [Mickiewicza X Żeromskiego] 146
Diagram 18. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niedostosowaniem prędkości do warunków ruchu na skrzyżowaniu [Mickiewicza X Żeromskiego]. 150

Diagram 19. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niezachowaniem bezpiecznej odległości na skrzyżowaniu [Mickiewicza X Żeromskiego] 152
Diagram 20. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niestosowaniem się do sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Sikorskiego] 154
Diagram 21. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Sikorskiego] 156
Diagram 22. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieprawidłowym zmienianiem pasa ruchu na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Limanowskiego] 162
Diagram 23. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych nieudzieleniem pierwszeństwa przejazdu na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Limanowskiego] 164
Diagram 24. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niezachowaniem bezpiecznej odległości między pojazdami na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Limanowskiego] 166
Diagram 25. Wykres rozrzutu między liczbą wszystkich zdarzeń drogowych a liczbą zdarzeń drogowych spowodowanych niestosowaniem się do sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu [Włókniarzy X Limanowskiego] 168

Wydruków komputerowych

Wydruk komputerowy 1. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Paderewskiego X Pabianicka] 110
Wydruk komputerowy 2. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS – [Paderewskiego X Pabianicka] 112
Wydruk komputerowy 3. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERSZENSTWO [Paderewskiego X Pabianicka] 114
Wydruk komputerowy 4. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą ODLEGLOSC – [Paderewskiego X Pabianicka] 116
Wydruk komputerowy 5. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą OMIJANIE – [Paderewskiego X Pabianicka] 118
Wydruk komputerowy 6. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Włókniarzy X Bandurskiego] 120
Wydruk komputerowy 7. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERWSZENSTWO – [Włókniarzy X Bandurskiego] 121
Wydruk komputerowy 8. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS – [Włókniarzy X Bandurskiego] 122
Wydruk komputerowy 9. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą ODLEGLOSC – [Włókniarzy X Bandurskiego] 123
Wydruk komputerowy 10. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą OMIJANIE – [Włókniarzy X Bandurskiego] 124
Wydruk komputerowy 11. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą pas – [Strykowska X Wojska Polskiego] 126
Wydruk komputerowy 12. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Strykowska X Wojska Polskiego] 128

Wydruk komputerowy 13. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERWSZENSTWO – [Strykowska X Wojska Polskiego] 130
Wydruk komputerowy 14. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą ODLEGLOSC – [Strykowska X Wojska Polskiego] 132
Wydruk komputerowy 15. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą SKRECANIE – [Strykowska X Wojska Polskiego] 134
Wydruk komputerowy 16. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS – [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego] 135
Wydruk komputerowy 17. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego] 137
Wydruk komputerowy 18. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERWSZENSTWO – [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego] 139
Wydruk komputerowy 19. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą SKRECANIE – [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego] 141
Wydruk komputerowy 20. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą ODLEGLOSC – [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego] 143
Wydruk komputerowy 21. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą OMIJANIE – [Rydza Śmigłego X Piłsudskiego] 145
Wydruk komputerowy 22. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą SYGNALIZACJA – [Mickiewicza X Żeromskiego] 147
Wydruk komputerowy 23. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS – [Mickiewicza X Żeromskiego] 148
Wydruk komputerowy 24. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERWSZENSTWO – [Mickiewicza X Żeromskiego] 149
Wydruk komputerowy 25. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Mickiewicza X Żeromskiego] 151
Wydruk komputerowy 26. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą ODLEGLOSC – [Mickiewicza X Żeromskiego] 153
Wydruk komputerowy 27. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą SYGNALIZACJA – [Włókniarzy X Sikorskiego] 155
Wydruk komputerowy 28. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERWSZENSTWO – [Włókniarzy X Sikorskiego] 157
Wydruk komputerowy 29. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Włókniarzy X Sikorskiego] 158
Wydruk komputerowy 30. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą SKRECANIE – [Włókniarzy X Sikorskiego] 159
Wydruk komputerowy 31. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS – [Włókniarzy X Sikorskiego] 160
Wydruk komputerowy 32. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PREDKOSC – [Włókniarzy X Limanowskiego] 161
Wydruk komputerowy 33. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PAS – [Włókniarzy X Limanowskiego] 163
Wydruk komputerowy 34. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą PIERWSZENSTWO – [Włókniarzy X Limanowskiego] 165
Wydruk komputerowy 35. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą ODLEGLOSC – [Włókniarzy X Limanowskiego] 167
Wydruk komputerowy 36. Estymacja KMNK modelu regresji ze zmienną objaśniającą SYGNALIZACJA – [Włókniarzy X Limanowskiego] 169

Załączników

Załącznik 1. Przyczyny zdarzeń, które wystąpiły na analizowanych skrzyżowaniach w badanym okresie (w kolejności alfabetycznej) 105
Załącznik 2. Zasady estymacji modeli regresji dla badanych skrzyżowań z wykorzystaniem programu Gretl 107
Załącznik 3. Estymacja modeli regresji dla skrzyżowań o silnej i słabej korelacji z wykorzystaniem programu Gretl 109