

WPŁYW PRZEPISÓW DOTYCZĄCYCH OBSŁUGI SKRĘTU W LEWO NA PRZEPUSTOWOŚĆ SKRZYŻOWAŃ Z SYGNALIZACJĄ ŚWIETLNA

Streszczenie

W artykule podjęto zagadnienie stosowania w programie sygnalizacji faz umożliwiających bezkolizyjny skręt w lewo. Przedstawiono krótką historię przepisów regulujących potrzebę ich wyznaczenia. W dalszej części, na przykładzie jednej z warszawskich arterii, scharakteryzowano wpływ zastosowania bezkolizyjnego skrętu w lewo na przepustowość ciągu i warunki ruchu.

Słowa kluczowe: sygnalizacja świetlna, aleja Niepodległości, kolizyjny skręt w lewo, bezkolizyjny skręt w lewo, Warszawa

WSTĘP

W dniu 23 czerwca 2015 roku Minister Infrastruktury i Rozwoju Maria Wasiak podpisała nowelizację rozporządzenia z dnia 3 lipca 2003r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz. U. Nr 220, poz. 2181, z późn. zm.) [1]. Akt ten zawiera dużą liczbę zmian, zarówno merytorycznych jak i tych o charakterze edytorskich. Zwiększona została Liczba przykładów i rysunków, poprawiono niejasne sformułowania, a niektóre zupełnie usunięto.

Zmiany merytoryczne dotyczą głównie infrastruktury rowerowej, co jest związane z nowelizacją ustawy Prawo o ruchu drogowym [2] oraz Rozporządzenia Ministrów Infrastruktury i Rozwoju oraz Spraw Wewnętrznych w sprawie znaków i sygnałów drogowych. Wprowadzone zmiany w zakresie sygnalizacji świetlnej, dla innych niż roweryści uczestników ruchu są pozornie niewielkie, jednak w rzeczywistości powodują znaczące zmiany w zakresie projektowania programów sygnalizacji. Jedną z takich zmian dotyczy tworzenia oddzielnych faz ruchu dla relacji skrętów w lewo na skrzyżowaniach sterowanych. Zmiana ta obowiązek wydzielenia pasa i fazy do skrętu w lewo przy trzech pasach ruchu na wlocie zmienia na zalecenie. Niniejszy artykuł obejmuje analizę wpływu tej zmiany na warunki ruchu na skrzyżowaniach na przykładzie jednej z warszawskich ulic.

1. RYS HISTORYCZNY ZMIAN W PRAWIE

Manewr skrętu w lewo (na sygnale ogólnym) jest jednym z najmniejbezpiecznych manewrów wykonywanych przez kierujących. Wymaga on od nich największego skupienia uwagi, koncentracji i refleksu. Jest to również manewr najbardziej czasochłonny, gdyż wymaga ustąpienia pierwszeństwa wszystkim pojazdom jadącym na wprost, skręcającym w prawo z wlotu przeciwnego, jak również pieszym, rowerzystom czy też tramwajom. W godzinach szczytu często równoznaczne jest z długim oczekiwaniem na lukę pomiędzy pojazdami. W trosce o bezpieczeństwo uczestników ruchu skręcających w lewo (oraz kolidujących z nimi) na skrzyżowaniach wprowadza się sygnalizatory kierunkowe, pozwalające na realizację tego skrętu w sposób bezkolizyjny. Kierujący, otrzymujący sygnał zezwalający kierunkowy, może być pewny, że żadne inne pojazdy mające kolizyjny tor ruchu nie znajdują się na skrzyżowaniu.

Przepisy regulujące funkcjonowanie sygnalizacji świetlnej do 2003 roku nie regulowały, w jakich przypadkach konieczne jest

zastosowanie sygnalizatorów kierunkowych i zapewnienie bezkolizyjnego skrętu w [3], [4]. [5]. Regulowany był jedynie wzór sygnału. W 2003 roku wprowadzono zmianę w przepisach – zaczęło obowiązywać rozporządzenie [1]. W załączniku 3 do tego rozporządzenia, w rozdziale 6.2.1.2. umieszczono zapis:

Na wlotach o trzech lub więcej pasach ruchu należy, w przypadku ruchu z kierunku przeciwnego, wydzielić dla pojazdów skręcających w lewo co najmniej jeden pas ruchu i obowiązkowo zastosować sygnalizator kierunkowy dla tego pasa (pasów) ruchu. Na wlotach o dwóch pasach ruchu przy minimum 20 % udziale pojazdów skręcających w lewo należy dla tych pojazdów zastosować sygnalizator kierunkowy.

Wprowadzenie tego zapisu spowodowało konieczność stosowania sygnalizatorów kierunkowych na bardzo dużej liczbie wlotów skrzyżowań. Praktycznie wszystkie wloty dwupasowe wymagały wprowadzenia możliwości bezkolizyjnego skrętu w lewo. W roku 2008 wprowadzono nowelizację przepisów [6], która zliberalizowała te zasady. Przytoczony powyżej punkt otrzymał brzmienie:

Na wlotach o trzech lub więcej pasach ruchu należy, w przypadku ruchu z kierunku przeciwnego, wydzielić dla pojazdów skręcających w lewo co najmniej jeden pas ruchu i obowiązkowo zastosować sygnalizator kierunkowy dla tego pasa (pasów) ruchu.

W ten sposób usunięte zostały zapisy dotyczące wlotów dwupasowych. Jednak w dużych miastach, w istniejącym układzie drogowym, często wprowadzenie bezkolizyjnych skrętów w lewo powoduje znaczące ograniczenie przepustowości.

W dniu 07.09.2015 została opublikowana nowelizacja [7] rozporządzenia [1]. Jest to już dziesiąta nowelizacja tego aktu, a w międzyczasie został on zmodyfikowany również wyrokiem trybunału konstytucyjnego. Najnowsza nowelizacja zmienia akapit trzeci punktu 6.2.1.2. załącznika numer 3 w następujący sposób:

akapit trzeci otrzymuje brzmienie:

„Na wlocie o trzech lub więcej pasach ruchu zaleca się, w przypadku ruchu z kierunku przeciwnego na co najmniej dwóch pasach ruchu dla tej samej relacji kierunkowej, wydzielić dla pojazdów skręcających w lewo co najmniej jeden pas ruchu i zastosować sygnalizator kierunkowy dla tego pasa (pasów) ruchu.”

Należy zwrócić uwagę, że intencją prawodawcy było pozostawienie zalecenia stosowania wydzielonych skrętów lewo, natomiast wątpliwości budzi numer zmienianego akapitu w rozporządzeniu [1] uwzględniającym zmiany wprowadzone [6]. Być może jest to spowodowane brakiem wydania od 2003 roku tekstu jednolitego rozporządzenia. Zmiany zaczną obowiązywać po upływie 30 dni od ich ogłoszenia.

Zapis ten ma na celu zniesienie obowiązku, pozostawiając tylko jako zalecenie, które może być zastosowane, bądź nie, w zależności od konkretnej sytuacji drogowej. Pozwala to inżynierom ruchu – projektantom i pracownikom organów zarządzających ruchem, na swobodę w projektowaniu sygnalizacji świetlnej.

Obowiązek zapewniania kierowcom bezkolizyjnego skrętu w lewo funkcjonował przez ponad 10 lat (stan na wrzesień 2015), pomimo to na wielu skrzyżowaniach w Warszawie do tej pory nie wprowadzono bezkolizyjnych skrętów w lewo, zapewne ze względu na obawę o utratę przepustowości na zmodernizowanych ciągach. Wielokrotnie była również spotykana opinia, że jakkolwiek modernizacja sygnalizacji powoduje pogorszenie warunków ruchu. Wprowadzona zmiana nie spowoduje znaczącej poprawy przepustowości na wielu skrzyżowaniach z torowiskiem tramwajowym, gdyż nowelizacja [6] nie pozwala na kolizyjny ruch tramwaju oraz pojazdu skręcającego z wydzielonego pasa ruchu

W celu sprawdzenia faktycznego wpływu wprowadzenie bezkolizyjnych skrętów przeprowadzono symulację takich zmian dla jednej z warszawskich arterii.

1.1. Argumenty za i przeciw wydzielonym skrętom w lewo

Do zalet wprowadzania wydzielonych faz do skrętu w lewo należą m. in.:

- większy komfort przejazdu dla kierujących,
- poprawa bezpieczeństwa na skrzyżowaniu – jedna z najważniejszych zalet,
- możliwość dostosowania przepustowości relacji skrętu w lewo do ruchu, często jej poprawa dla relacji skrętu w lewo w stosunku do stanu wcześniejszego.

Wprowadzenie wydzielonych skrętów w lewo ma również negatywne konsekwencje. Wyróżnić wśród nich można:

- zwiększenie strat czasu innych uczestników ruchu, w tym pieszych, rowerzystów oraz transportu publicznego,
- konieczność bardzo dokładnego dostosowania długości faz ruchu do zmieniającego się natężenia ruchu, niejednokrotnie konieczność tworzenia większej liczby programów sygnalizacji,
- zwiększenie liczby zatrzymań, szczególnie w okresie mniejszego natężenia ruchu,
- bardziej złożone struktury programu sygnalizacji, zwiększające nakłady na projektowanie sygnalizacji świetlnej,
- mniejszy udział sygnału zielonego dla kierunku głównego, co utrudnia koordynację i dodatkowo pogarsza warunki ruchu na kierunku głównym.

2. STUDIUM PRZYPADKU

2.1. Obiekt badań

Ciąg wybrany do analizy to aleja Niepodległości w Warszawie [8]. Jest to jedna z głównych arterii komunikacyjnych lewobrzeżnej Warszawy, prowadząca z Mokotowa (od skrzyżowania z ul. Puławska) do centrum miasta (ul. Koszykowa). Na dalszym odcinku, przechodzi ona w ulicę Chałubińskiego i prowadzi do Dworca Centralnego, a następnie w kierunku północnym, jak al. Jana Pawła II. Aleja Niepodległości stanowi ulicę dwujezdniową, zawierających po dwa lub trzy pasy ruchu w każdym kierunku. W rejonie skrzyżowań liczba pasów jest większa i w wielu przypadkach są to po 4 pasy na kierunku głównym

Jezdnie oddzielone są wąskim pasem dzielącym. Aleja Niepodległości to ciąg o długości prawie 5 kilometrów, dlatego do badań zdecydowano się wybrać tylko jej fragment o długości 3,2 km zawierający 10 skrzyżowań sterowanych, a dokładniej obiektów sterowanych, gdyż na tym odcinku znajduje się również sterowane przejście dla pieszych poza skrzyżowaniem. Zakres analizy obejmował następujące sygnalizacje świetlne:

- przejście dla pieszych przy ulicy Abramowskiego,
- skrzyżowanie z ulicą Ksawerów,
- skrzyżowanie z ul. Woronicza,
- skrzyżowanie z ul. Malczewskiego,
- skrzyżowanie z ul. Odyńca,
- skrzyżowanie z ul. Dąbrowskiego,
- skrzyżowanie z ul. Narbutta,
- skrzyżowanie z ul. Rakowiecką,
- skrzyżowanie z ul. Batorego.

Prawie wszystkie wymienione powyżej skrzyżowania (poza skrzyżowaniem z ul. Rakowiecką) posiadają stare, w większości dwufazowe programy sygnalizacji świetlnej, projektowane na początku XXI wieku. Wszystkie skrzyżowania posiadają również przynajmniej trzy pasy ruchu na wlotach alei Niepodległości. Zatem zgodnie z dotychczasowymi przepisami programy sygnalizacji świetlnej powinny zawierać wydzieloną fazę do skrętu w lewo, co więcej na skrzyżowaniach z ulicami Batorego i Woronicza, również na wlotach podporządkowanych znajdują się po 3 pasy ruchu, co sprawia, że bezkolizyjne skręty w lewo i odpowiednie sygnalizatory powinny być zastosowane na każdym wlocie tych skrzyżowań. W obecnej sytuacji ciąg funkcjonuje w godzinach szczytu na granicy przeciążenia. Niemal każde zakłócenie ruchu powoduje zatory wzdłuż całego ciągu.

W związku z tym postanowiono zbadać faktyczny wpływ wprowadzenia wydzielonych faz do skrętu w lewo na przepustowość ciągu. W tym celu wyodrębniono 4 warianty poddane analizie.

2.2. Warianty sterowania sygnalizacją świetlną

Wszystkie warianty analizowano dla dwóch oddzielnych i niezależnych zestawów danych. Osobno dla szczytu porannego i popołudniowego. Przyjęte natężenia ruchu są identyczne we wszystkich wariantach. [8]

Wariant W0

W0 to wariant zakładający pozostawienie aktualnie realizowanych programów sygnalizacji świetlnej oraz istniejącej koordynacji, bez jakiegokolwiek ingerencji. Jest to wariant porównawczy, który służy jako poziom odniesienia do dalszej oceny.

Wariant W1

Jest to wariant zakładający pozostawienie obecnych zasad sterowania ruchem niezgodnych z przepisami dotyczącymi sygnalizacji świetlnej obowiązującymi we wrześniu 2015 i wykonanie dla nich optymalizacji długości cyklu, splitów i offsetów. Założono przy tym brak zmian struktur programów sygnalizacji świetlnej.

Potrzeba wygenerowania takiego wariantu powstała z chęci sprawdzenia czy prostymi metodami, nieingerującymi w urządzenia sterowania ruchem i instalację sygnalizacji świetlnej można uzyskać lepsze warunki ruchu.

Należy pamiętać, że wariant ten będzie optymalizowany dla aktualnych natężeń ruchu występujących jako dane wejściowe w analizie, a nie dla sytuacji ruchowej występującej kilkanaście lat temu, w okresie tworzenia programów sygnalizacji świetlnej. Sytuacja ruchowa z pewnością uległa zmianie, co powinno zagwarantować lepsze wyniki dla rzeczywistych warunków ruchu na analizowanym ciągu. Pomoże to również porównać i przeanalizować zasadność i efektywność wprowadzania kosztownych rozwiązań w stosunku do dużo tańszych wariantów modernizacji.

Pomijając brak sprawdzenia długości czasów międzyzielonych, sterowanie takie – bez wydzielonych skrętów w lewo – będzie dopuszczalne w drugiej dekadzie października 2015 roku.

Wariant W2

Wariant W2 polega na wydzieleniu na kierunkach głównych osobnych faz umożliwiających bezkolizyjny skręt w lewo.

Należy tutaj przypomnieć, że zgodnie z polskim prawem [1] minimalny czas wyświetlania sygnału zezwalającego dla pojazdów wynosi 8s, co razem z trzema sekundami sygnału żółtego oraz nakładką czasu czerwonego dla kolizyjnych grup sygnałowych, obejmującą czasy międzycielone, spowoduje znaczące skrócenie sygnału zezwalającego dla kierunku głównego.

Wariant W3

Wariant W3 polega na pełnym dostosowaniu do aktualnych przepisów, czyli na wydzieleniu osobnych faz do skrętu w lewo na wszystkich wlotach zawierających minimum trzy pasy ruchu.

Na analizowanym ciągu większe skrzyżowania jak te z ulicami Batorego czy Woronicza posiadają trzy pasy ruchu również na wotach podporządkowanych. W związku z tym zgodnie z przepisami [1] w aktualnym brzmieniu dla tych relacji również musi występować w programie wydzielona faza do skrętu w lewo. Z punktu widzenia przepustowości takie rozwiązanie powoduje dalsze zmniejszenie przepustowości w stosunku do wariantu W2, jednak nie zostało przewidziane w przepisach jakiegokolwiek odstępstwo od tego wymagania. Dlatego też postanowiono wprowadzić również taki wariant i zbadać efektywność jego funkcjonowania.

2.3. Metoda prowadzenia analiz

Do wykonania analizy warunków ruchu wykorzystano program Synchro, będącym produktem firmy Trafficware.

Program Synchro jest profesjonalnym oprogramowaniem inżynierskim służącym do tworzenia mikroskopowych symulacji ruchu, ale przede wszystkim umożliwiającym modelowanie, optymalizację i wizualizację sterowania ruchem dla różnych układów drogowych. Sam program Synchro umożliwia analizę warunków ruchu na wprowadzonych skrzyżowaniach oraz wyznaczanie programów i planów sygnalizacji (określanie splitów, offsetów i długości cyklu). Program pozwala na optymalizację nie tylko z punktu widzenia pojedynczego skrzyżowania, ale głównie ze względu na parametry osiągane przez cały wprowadzony układ drogowy. W zależności od potrzeb użytkownika obliczenia mogą być wykonywane dla pojedynczego skrzyżowania, ciągu skrzyżowań, obszaru lub całej sieci ulicznej. Program ten, dostosowany jest do amerykańskich rozwiązań w zakresie sterowania ruchem, więc w warunkach polskich ułatwia on projektowanie programów sygnalizacji świetlnej, jednak nie pozwala na automatyzację wszystkich czynności wykonywanych przez projektanta. Do symulacji ruchu i testowania zaprojektowanych rozwiązań wykorzystywany jest program SimTraffic, współpracujący z programem Synchro.

Podstawową metodą wykorzystywaną przez program do obliczeń przepustowości jest metoda Intersection Capacity Utilization 2003 (ICU), która opiera się na porównywaniu aktualnego natężenia ruchu pojazdów do przepustowości skrzyżowania. W programie Synchro możliwy jest również wybór innych metod obliczania jak

na przykład dużo bardziej popularnej, lecz bardziej skomplikowanej metody Highway Capacity Manual (HCM 2000).

2.4. Metoda prowadzenia analiz

Podstawowym parametrem służącym do oceny wariantów jest wartość wskaźnika jakości sterowania *Performance Index*. Wskaźnik ten uwzględnia straty czasu pojazdów w układzie drogowym, liczbę zatrzymań, jak również długości kolejek. Mniejsza wartość wskaźnika jakości sterowania oznacza lepsze warunki ruchu. Dodatkowo pod uwagę brana była również możliwość koordynacji wiązkowej ciągu wyrażona w postaci sumarycznej szerokości wiązek koordynacji.

2.5. Wyniki badań

Po dokonaniu szczegółowej analizy wskaźników w programie Synchro można przedstawić wybrane wyniki [8] dla każdego z wariantów odpowiednio w szczycie porannym (tabela 1) i popołudniowym (tabela 2).

W szczycie porannym zdecydowanie najlepszym okazał się wariant W1. Zakłada on pozostawienie aktualnie funkcjonujących struktur programów sygnalizacji, a jedynie dostosowanie długości cyklu, splitów i offsetów do aktualnych natężeń ruchu. Przyglądając się drugiemu kryterium szerokości wiązek koordynacji widoczna jest zdecydowana przewaga wariantu W1 nad innymi wariantami. Użytko bardzo szerokie wiązki koordynacji, co znacznie podnosi komfort podróży ciągu w kierunku głównym. Jest to istotne w okresie szczytu porannego. Należy jednak wrócić uwagę, że parametry uzyskane dla wariantu W2 nie są znacznie gorsze.

W wariantcie W3 uzyskano bardzo wysoki wskaźnik jakości sterowania, gorszy o ponad 100 od aktualnie funkcjonującego rozwiązania (wariant W0). W stanie istniejącym ciąg funkcjonuje na granicy przeciążenia, zatem z punktu widzenia efektywności sterowania takie rozwiązanie jest bardzo niekorzystne. Sytuacja po wprowadzeniu bezkolizyjnego skrętu w lewo na wszystkich wlotach również uległa pogorszeniu z punktu widzenia pojedynczego skrzyżowania. Liczba pojazdów nieobsłużonych na skrzyżowaniu z ulicą Woronicza wzrosła prawie dwukrotnie (o 90% i 184% odpowiednio dla szczytu porannego i popołudniowego), bardzo wzrosły też straty czasu pojazdów obsługiwanych (odpowiednio o 79% i 171%). Podobna sytuacja występuje w przypadku skrzyżowania z ulicą Batorego.

W przypadku szczytu popołudniowego występują analogiczne problemy. Wyniki obliczeń dla tego przypadku przedstawiono w tabeli 2.

W przypadku szczytu popołudniowego natężenia ruchu pojazdów są nieco mniejsze i bardziej zróżnicowane jeśli chodzi o relacje przejazdu. Wskaźnik jakości sterowania osiągał bardzo zbliżone wartości we wszystkich wariantach. Jedynym wariantem ze znacząco różniącą się wartością wskaźnika jest W3. Podobnie jak w przy-

Tab. 1. Wybrane wskaźniki efektywności dla szczytu porannego [8]

Parametr		jedn.	Wariant				
			W0	W1	W2	W3	
Szczyt poranny	Całkowite straty czasu	Delay/vehicle	s/poj	54	39	45	62
	Liczba zatrzymań	Stops/vehicle	1/poj	0,46	0,40	0,38	0,40
	Średnia prędkość	Average speed	km/h	13	16	15	11
	Zużycie paliwa	Fuel economy	km/l	3,4	4,1	3,8	3,2
	Wskaźnik jakości sterowania	Performance Index	-	934	676	775	1047
	Szerokość wiązki SN	Arterial band SN	s	0	56	21	0
	Szerokość wiązki NS	Arterial band NS	s	9	15	0	0

padku szczytu porannego, wariant ten jest wariantem bardzo niekorzystnym ze względu na efektywność.

Ze względu na wskaźniki efektywności najlepszymi okazały się być warianty W1, oraz W2, w których osiągnięto niemal identyczny wynik ze względu na jakość sterowania. Ponieważ różnica w wartości wskaźnika *performance index* jest marginalna, odwołano się do wskaźników cząstkowych, zgodnie z którymi wariant W2 osiągnął lepszy wynik jeśli chodzi o wskaźnik liczby zatrzymań przypadających na 1 pojazd. Postanowiono, więc jako najlepszy wariant wybrać W2.

Jednakże ze względu na różną infrastrukturę potrzebną do realizacji wariantów W1 oraz W2 konieczny jest wybór jednego z tych wariantów. W drugiej dekadzie października 2015 roku organ zarządzający ruchem będzie miał możliwość wyboru, podczas gdy w momencie pisania artykułu konieczne byłoby zastosowanie najmniej efektywnego wariantu 3. Zagadnienie wyboru wariantu wykracza poza zakres niniejszego artykułu. Analiza taka, poza warunkami ruchu, powinna obejmować również bezpieczeństwo ruchu na skrzyżowaniach. Po jej przeprowadzeniu należy rozważyć, czy ważniejsze jest zachowanie lepszych warunków ruchu i zrealizować sterowanie według wariantu W1, czy też priorytetem jest poprawa bezpieczeństwa w stosunku do stanu istniejącego i dokonać wyboru wariantu W2.

PODSUMOWANIE

Po przeprowadzonych badaniach można wyciągnąć wniosek, że obligatoryjne wydzielanie fazy do skrętu w lewo na każdym skrzyżowaniu jest nieuzasadnione i powoduje obniżenie efektywności sterowania. Zatem korzystne wydaje się, że zapis ten został zmodyfikowany. Wydzielanie fazy umożliwiającej bezkolizyjny skręt w lewo jest jak najbardziej zasadne na dużych skrzyżowaniach, w warunkach, w których wykonanie manewru skrętu w lewo jest niebezpieczne. Wydaje się jednak, że można ograniczyć stosowanie sygnalizatorów kierunkowych wyłącznie do kierunków głównych. W przeciwnym przypadku programy sygnalizacji z wydzielonymi fazami do skrętu w lewo powodują istotny wzrost strat czasu dla pozostałych uczestników ruchu na danym skrzyżowaniu.

Należy również zwrócić uwagę na rozbieżność oczekiwań różnych grup uczestników ruchu. Jedni z nich oczekują większego bezpieczeństwa i możliwości komfortowego skrętu w lewo, natomiast inni oczekują możliwie wysokiej efektywności sterowania. Realizacja tych celów wymaga zastosowania programów sygnalizacji świetlnej o odmiennych właściwościach. Analiza wariantów wyraźnie wykazała, że wprowadzenie wydzielonych faz do skrętu w lewo na wszystkich wlotach posiadających minimum 3 pasy ruchu lub 2 pasy ruchu do skrętu w lewo znacznie obniża efektywność funkcjonowania ciągu.

Wprowadzanie wydzielonych faz może być zasadne dla wlotów

na kierunku głównym gdyż znacznie poprawia to bezpieczeństwo i komfort uczestników ruchu skręcających w lewo, pozwala to również zmniejszyć przeciążenia na wlotach tych relacji. Jednak na skrzyżowaniach niewielkich rozmiarów jak te wzdłuż alei Niepodległości równie dobre, a nawet lepsze, wyniki można uzyskać zmieniając jedynie parametry programów (długości cykli, splity i offsety) nie ingerując w ich struktury. Jest to rozwiązanie dużo łatwiejsze do wprowadzenia, a co za tym idzie dużo tańsze.

Podsumowując jeśli, zostanie wprowadzona zmiana akapitu drugiego, a nie trzeciego rozporządzenia [1], to nowelizację [7] można ocenić jako korzystną i pozwalającą lepiej dostosować funkcjonowanie drogowej sygnalizacji świetlnej do warunków panujących na różnych drogach. Istotnym problemem jest interpretacja tego zapisu, gdyż w przypadku zmiany akapitu trzeciego w przepisach będą występować dwa sprzeczne ze sobą zapisy – jeden nakazujący wydzielanie faz do skrętu w lewo, a kolejny tylko zalecający. Spowoduje to problemy w interpretacji tak sformułowanych przepisów.

BIBLIOGRAFIA

1. 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. 220 poz. 2181 z 2003 r.)
2. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym (tekst jednolity Dz. U. poz. 1137 z 2012 roku, z późn. zm.)
3. Instrukcja o znakach i sygnałach na drogach – Zarządzenie Ministrów Komunikacji, Gospodarki Terenowej i Spraw Wewnętrznych z dnia 16 grudnia 1974 (M. P. 42 poz. 264 z 1974 roku)
4. Instrukcja o drogowej sygnalizacji świetlnej, Załącznik nr 2 do Zarządzenia Ministrów Transportu i Gospodarki Morskiej oraz Spraw Wewnętrznych z dnia 6 czerwca 1990 (M. P. 24 poz. 184 z 1990 r.)
5. Instrukcja o drogowej sygnalizacji świetlnej. Zasady stosowania, konstrukcja i wzory barwne sygnałów, Załącznik nr 3 do Zarządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 3 marca 1994 (M. P. 16 poz. 120 z 1994 r.)
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 marca 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach. (Dz. U. 67 poz. 413 z 2008 r.)
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków

Tab. 2. Wybrane wskaźniki efektywności dla szczytu popołudniowego [8]

Parametr	jedn.	Wariant					
		W0	W1	W2	W3		
Szczyt popołudniowy	Całkowite straty czasu	Delay/vehicle	s/poj	44	38	38	50
	Liczba zatrzymań	Stops/vehicle	1/poj	0,45	0,42	0,38	0,43
	Średnia prędkość	Average speed	km/h	15	17	16	13
	Zużycie paliwa	Fuel economy	km/l	3,8	4,1	4,1	3,5
	Wskaźnik jakości sterowania	Performance Index	-	718	619	621	807
	Szerokość wiązki SN	Arterial band SN	s	0	0	7	0
	Szerokość wiązki NS	Arterial band NS	s	16	0	7	8

ich umieszczania na drogach (Dz. U. poz. 1314 z 2015 r).

8. Górka Anna, Ocena efektywności funkcjonowania wariantowych rozwiązań organizacji ruchu dla wybranego fragmentu miejskiego układu komunikacyjnego, praca dyplomowa magisterska, Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, 2015 r.

THE IMPACT OF REGULATION ON THE LEFT TURN OPERATION FOR CAPACITY AT INTERSECTIONS WITH TRAFFIC LIGHTS

Abstract

The article presents information about using protected left turn phases on crossings in the cities. Beginning contains brief history of governing regulations. After theoretical introducing there is a presentation of case study on one of Warsaw streets where is characterized the effect of using a protected left turn collision on capacity and traffic conditions.

Keywords: traffic lights, Niepodległości avenue, permitted left turn, protected left turn, Warsaw

Autorzy:

dr inż. **Marek Buda**, Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, Zakład Sterowania Ruchem, Zespół Sterowania Ruchem Drogowym, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, mbu@wt.pw.edu.pl

mgr inż. **Anna Górka**, Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, Zakład Sterowania Ruchem, Zespół Sterowania Ruchem Drogowym, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, anna.gorka@wt.pw.edu.pl

mgr inż. **Tomasz Krukowicz**, Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, Zakład Sterowania Ruchem, Zespół Sterowania Ruchem Drogowym ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, tkr@wt.pw.edu.pl