

MODELOWANIE NIETYPOWYCH SYTUACJI NA SKRZYŻOWANIACH Z WYKORZYSTANIEM AUTOMATU KOMÓRKOWEGO

W artykule przedstawiono metodę modelowania nietypowych sytuacji na skrzyżowaniach w modelu ruchu wykorzystującym automat komórkowy. Sposoby obliczania przepustowości i warunków ruchu dla skrzyżowań określają instrukcje wydane przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad. Nie mogą zostać one użyte w pewnych przypadkach, związanych szczególnie z blokowaniem strumienia pojazdów na wylotach skrzyżowań. Nie mogą być one także wykorzystane dla zmiennych obciążeń ruchem. Zaproponowano więc i przeanalizowano wykorzystanie automatu komórkowego. Podstawowy model Nagela-Schreckenberga uzupełniono o zasady ruchu na skrzyżowaniach, procedury zachowania bezpiecznej prędkości oraz uwzględniono pojazdy ciężkie. Jako przykład pokazano model skrzyżowania z sygnalizacją świetlną, na którym stwierdzono istnienie nietypowych sytuacji. Pokazano możliwość generowania niezależnych strumieni pojazdów ciężkich, na przykładzie autobusów komunikacji miejskiej. Pokazano przykład blokowania strumienia pojazdów na wylocie przez sygnalizację sąsiedniego skrzyżowania. W przypadku silnego obciążenia ruchem powodowało to całkowite zablokowanie badanego skrzyżowania. Pokazano także przykład blokowania pojazdów na wylocie przez wąski, dwupasowy wylot skrzyżowania. Powodowało to niemożliwość jednoczesnego opuszczenia skrzyżowania przez dwa pojazdy ciężkie, pomimo istnienia dwupasowego wylotu. Obliczono i pokazano jak blokowanie wylotu skrzyżowania wpływa na natężenie nasycenia oraz przepustowość relacji. Porównano wyniki uzyskane z wykorzystaniem obowiązującej procedury obliczeniowej oraz automatu komórkowego. Zaproponowany model pozwala na symulację sytuacji nieuwzględnionych w obowiązujących instrukcjach obliczeniowych dla skrzyżowań.

WSTĘP

Metody obliczeniowe zawarte w obowiązujących instrukcjach Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad umożliwiają analizę większości podstawowych typów skrzyżowań [3, 4]. Nie uwzględniają jednak pewnych typów skrzyżowań. Nie podają algorytmu obliczeń przepustowości oraz oceny warunków ruchu w przypadku wystąpienia dodatkowych strat czasu związanych z przejazdem przez skrzyżowanie oraz jego opuszczaniem. Duża zmienność oraz chwilowe przeciążenia także wykluczają ich stosowanie. Pewne sytuacje, które mogą wystąpić na skrzyżowaniach, także nie są uwzględnione w obowiązujących instrukcjach. W takich przypadkach instrukcje zalecają wykorzystanie metod symulacyjnych.

Takie modele symulacyjne ruchu drogowego można zbudować w oparciu o automaty komórkowe. Modele te należą do grupy mikroskopowych modeli ruchu. Wykorzystywane są przede wszystkim właśnie do symulacji ruchu na skrzyżowaniach [2].

Przedstawione w poprzednich pracach [9, 10, 11, 12] modele ruchu na rondzie jednopasowym oraz małym skrzyżowaniu jednopasowym zbudowano z wykorzystaniem automatu komórkowego. Można je także wykorzystać do budowy modeli skrzyżowań większych: średnich i dużych rond oraz skrzyżowań o wlotach wielopasowych, a nawet skrzyżowań z wyspą centralną. Umożliwiają także implementację pewnych procedur modelujących nietypowe oraz typowe sytuacje, ale nieuwzględniane w obowiązujących instrukcjach.

Prezentowany artykuł omawia model ruchu na skrzyżowaniu, którego parametrów nie da się wyznaczyć z wykorzystaniem zalecanych procedur, ze względu na ich ograniczenia. Model przygotowano z wykorzystaniem automatów komórkowych dostosowując go do specyfiki omawianego skrzyżowania. Jego cechą charakterystyczną było blokowanie dwóch wylotów.

1. AUTOMAT KOMÓRKOWY W MODELOWANIU RUCHU DROGOWEGO

Coraz częściej do modelowania ruchu drogowego wykorzystuje się automaty komórkowe. Zostały one zaproponowane przez Nagela i Schreckenberga [5]. W polskiej literaturze pojawiają się także próby wykorzystania takich modeli do symulowania warunków ruchu także na skrzyżowaniach, od stosunkowo prostych [1], do modeli uwzględniających wpływ warunków pogodowych lub sterowania ruchem na strumień pojazdów [6, 7, 8].

Cechą charakterystyczną takiego automatu komórkowego jest zamiana ciągłego w czasie i przestrzeni ruchu pojazdu na skokowe przemieszczanie się pojazdów pomiędzy kolejnymi komórkami drogi. Jednakowy rozmiar komórek uzyskuje się dzięki podziałowi drogi na odcinki o długości 7,5 m. Wykorzystywany w nich jest także mechanizm kontroli czasu – stały krok czasowy (1 s). Zgodnie z założeniami Nagela i Schreckenberga kierowcy każdego pojazdu dążą do utrzymania maksymalnej dopuszczalnej prędkości. Jednocześnie są odpowiedzialni za utrzymanie bezpiecznego odstępu. Te implementowane reguły ruchu pojazdów umożliwiają bezkolizyjny ruch strumienia pojazdów [11].

Przeprowadzone badania wykazały, że strumień pojazdów zbudowany z wykorzystaniem automatu komórkowego, traktowany jako strumień w skali makroskopowej, wykazuje parametry zbliżone do parametrów uzyskiwanych z badań drogowych i nanoszonych na fundamentalny wykres strumienia pojazdów [11]. Dodatkowo poprzez dobór prawdopodobieństwa zdarzenia losowego możliwe jest uzyskiwanie wymaganych prędkości jazdy w ruchu swobodnym, oddających różne warunki ruchu.

W przypadku symulacji ruchu na skrzyżowaniach i rondach siatka komórek reprezentujących jezdnię ronda/skrzyżowania oraz pasy wlotów i wylotów może zostać dowolnie dostosowana do

obiekty badań. Podstawowe reguły ruchu można także dowolnie komplikować i przystosowywać do symulowania sytuacji nietypowych.

2. BADANE SKRZYŻOWANIE

Możliwości zastosowania proponowanego modelu wykorzystującego automat komórkowy przedstawiono na przykładzie skrzyżowania z sygnalizacją świetlną, położonego w centrum miasta i silnie obciążonego ruchem. Jako obiekt badań wybrano skrzyżowanie ulic Żeligowskiego i 6 Sierpnia, usytuowane w Łodzi. Przez pewien czas skrzyżowanie było znacznie przeciążone ruchem, co powodowało postawienie znacznych kolejek na wlotach.

Organizację ruchu na badanym skrzyżowaniu pokazano na rysunku 1. Jest to czterowlotowe skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną. Z ulicy Żeligowskiego z kierunku północnego dostępne są dwa pasy ruchu: do jazdy na wprost i w prawo (A2) oraz wyłącznie dla skrętu w lewo (krótki pas A1). Z kierunku południowego na ulicy Żeligowskiego (wlot B) dostępny jest jeden pas ruchu przeznaczony dla wszystkich relacji. Z ulicy 6 Sierpnia z kierunku zachodniego dostępne są dwa pasy ruchu: do jazdy na wprost i skrętu w lewo (C1) oraz do jazdy na wprost oraz skrętu w prawo (C2). Ulica ta zmienia się w dwupasową jednokierunkową prowadzącą w kierunku centrum (wylot D). Szerokości pasów ruchu mieszczą się w zakresie 3-3,5 m. Na każdym z wlotów/wygotów skrzyżowania wydzielono przejścia dla pieszych. Dodatkowo wydzielone są na nich miejsca postojowe dla samochodów oraz drogi rowerowe.

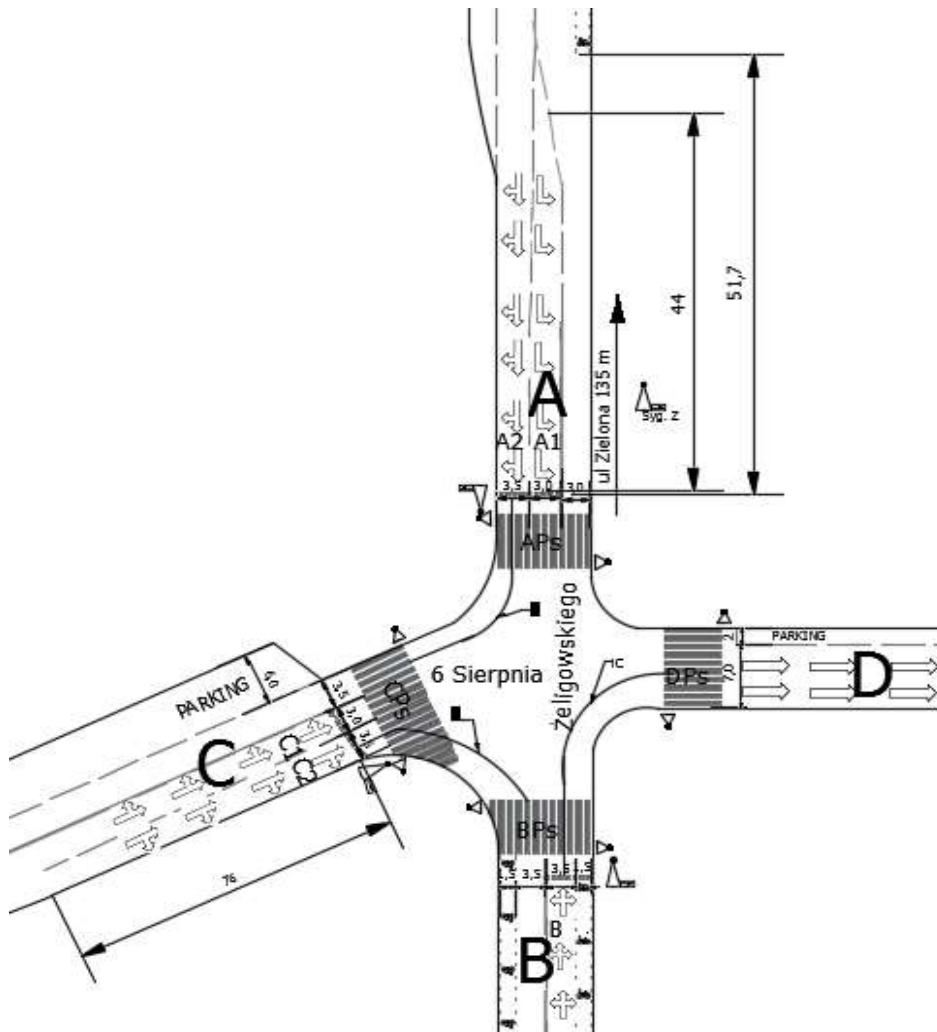
Ruch na skrzyżowaniu organizowany był przez sygnalizację

stałoczasową, o dwóch fazach i jednej podfazie. Podczas fazy I pozwolenie na ruch otrzymywały jednocześnie wloty A i B. Podczas fazy II pozwolenie na ruch otrzymywały wszystkie relacje z wlotu C. Aby zmniejszyć ilość relacji konfliktowych i umożliwić opuszczenie skrzyżowania relacjom skrętnym z wlotu A wprowadzono podfazę IA, dla której wyeliminowano wszystkie relacje z przeciwnego wlotu B. Dla każdej z faz wyświetlany jest sygnał warunkowego skrętu w prawo.

W pobliżu skrzyżowania usytuowane są głównie obiekty usługowo-handlowe, sportowo-rekreacyjne, służby zdrowia, itp.. Skrzyżowanie przenosi więc ruch, na który głównie składają się pojazdy osobowe – udział w ruchu pojazdów lekkich wahał się w granicach 98-100%. Jedynymi pojazdami ciężkimi, które zaobserwowano, były autobusy komunikacji miejskiej, przemieszczające się wyłącznie jako pojazdy relacji AL oraz BP.

Jest to jedna z cech charakterystycznych tego skrzyżowania – pojawiające się z określonym interwałem pojazdy ciężkie na wybranych relacjach. Częstotliwość ich pojawiania się była oczywiście zależna od rozkładu jazdy i zmieniała się wraz z porą dnia.

Drugą z cech charakterystycznych był silny wpływ sąsiedniego skrzyżowania z sygnalizacją świetlną. Około 135 metrów w kierunku północnym zlokalizowane jest kolejne skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną (z ulicą Zieloną). W przypadku dużego obciążenia ruchem, na skutek złego skoordynowania sąsiedniej sygnalizacji pojazdy opuszczające badane skrzyżowanie wylotem A były blokowane przez sygnał czerwony. Powodowało to narastanie kolejki pojazdów na wlocie A, aż do jego całkowitego zatłoczenia.



Rys. 1. Organizacja ruchu na badanym skrzyżowaniu

Całkowite zatłoczenie wylotu A powodowało zablokowanie relacji CL i BW zjeżdżających ze skrzyżowania tym wylotem. Mimo wyświetlania sygnału zielonego, pojazdy tych relacji nie mogły wjechać na skrzyżowanie. Dodatkowo, część kierowców pojazdów relacji BW, wbrew przepisom, próbowała wjechać na skrzyżowanie, co z reguły kończyło się pozostaniem w obszarze skrzyżowania właściwego. Pojazdy takie blokowały możliwość przejazdu pojazdom relacji AL i CW przy sygnale zielonym, nadawanym w kolejnej fazie cyklu sygnalizacji świetlnej.

Inną cechą charakterystyczną tego skrzyżowania jest, co prawda dwupasowy, ale wąski wylot D. O ile nie powoduje to blokowania ruchu w przypadku jazdy na wprost z wlotu C, w przypadku pojazdów skręcających z wlotów A i B – jest to manewr utrudniony, szczególnie dla pojazdów innych niż lekkie. Ponieważ są to relacje, po których poruszają się również dwuczłonowe autobusy komunikacji miejskiej, wylot D może chwilowo okazać się zatłoczony, a pewne jego relacje – zablokowane.

Wpływ sąsiedniego skrzyżowania na sytuację na wlocie A może być uwzględniony podczas obliczeń przeprowadzanych zgodnie z obowiązującą instrukcją [4]: „w analizie warunków ruchu mogą być uwzględniane zarówno wloty o losowym dopływie pojazdów, jak i wloty, do których dopływają pojazdy w grupach tworzonych na wlotach pobliskich skrzyżowań z sygnalizacją świetlną.” Ponieważ „metodologia analiz nie obejmuje przypadków szacowania wpływu zatłoczenia na wlocie skrzyżowania na jego funkcjonowanie”, „w takich przypadkach można zastosować inne narzędzia, np. modele symulacyjne.”

3. MODEL RUCHU

Ponieważ na skrzyżowaniu występuje zjawisko zatłoczenia wy-

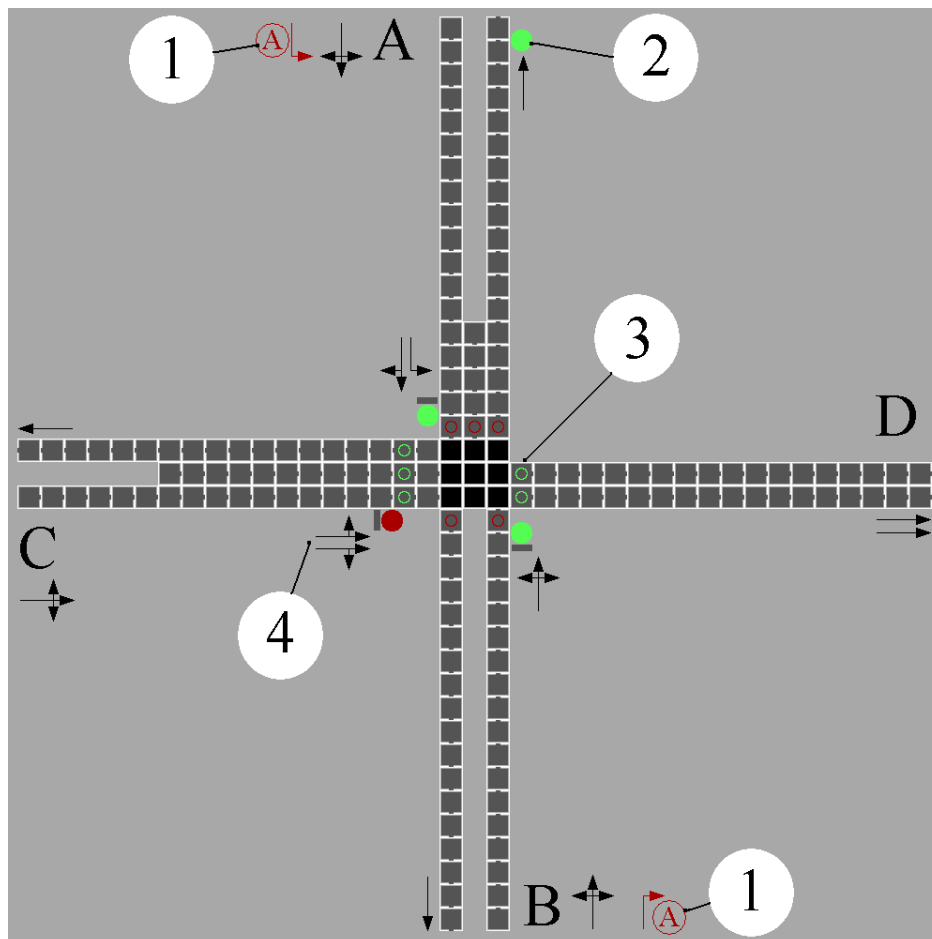
lotów, dla potrzeb badań przygotowano model skrzyżowania z wykorzystaniem automatu komórkowego [9, 10, 11]. Siatkę komórek tworzących skrzyżowanie oraz jego wloty i wyloty pokazano na rysunku 2.

Dwupasowy wlot C przechodzi bezpośrednio w jednokierunkowy, dwupasowy wylot D. Dwupasowy wlot A posiada wyodrębniony pas dla pojazdów skręcających w lewo i przechodzi w jednopasowy wylot B. W obszarze skrzyżowania właściwego (komórki koloru czarnego) zaprogramowano toru ruchu dla wszystkich możliwych relacji. Na wlotach i wylotach przewidziano także przejścia dla pieszych, na których ruch był sterowany przez sygnalizatory. Sygnalizatory właściwe na wlotach A, B i C posiadały również strzałki warunkowego skrętu w prawo. Całość sygnalizacji była sterowana zgodnie ze zewidencjonowanym programem. Ten model uzupełniono o charakterystyczne dla badanego skrzyżowania cechy.

Autobusy komunikacji miejskiej wyodrębniono z podstawowych generatorów ruchu dla poszczególnych wlotów. W modelu dodano kolejne generatory wprowadzające do modelu wyłącznie te pojazdy (rys.2, poz.1). W tak przygotowanym modelu możliwe jest więc obciążenie badanego skrzyżowania dowolną liczbą linii autobusowych, generowanych zgodnie z rzeczywistym rozkładem oraz poruszających się zgodnie z wcześniej zadanym kierunkiem ruchu.

Należy także zauważyć, że w modelach tego typu możliwe jest wyodrębnienie torowisk tramwajowych oraz symulowanie ruchu wielu linii tramwajowych.

Omówiony wcześniej wpływ sąsiedniej sygnalizacji świetlnej na wlocie A symulowano przez dodanie dodatkowego sygnalizatora na wlocie A (rys.2, poz.2). Symulował on istniejącą sygnalizację i w przypadku dużego ruchu na wlocie A powodował jego zatłoczenie, w niektórych przypadkach aż do zablokowania możliwości zjazdu ze skrzyżowania przez wylot A.



Rys. 2. Model ruchu na badanym skrzyżowaniu

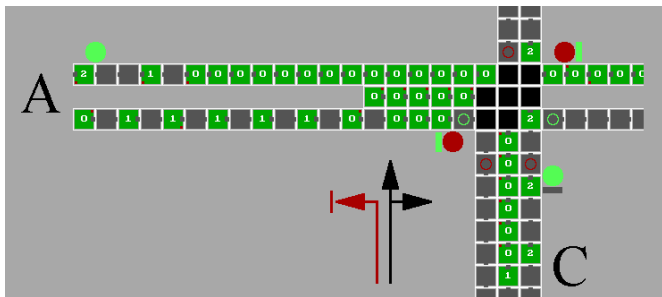
Stosunkowo ciasny, choć dwupasowy, wylot D zasymulowano przez wprowadzenie dodatkowych reguł ruchu (rys.2, poz.3). W przypadku pojawienia się na nim autobusu komunikacji miejskiej skręcającego z wlotu A lub B, dodatkowe reguły wykluczały wjazd dwóch autobusów, a nawet mogły wykluczać jednoczesny wjazd autobusu i pojazdu lekkiego.

Wprowadzono także dodatkowo regułę ruchu na wlocie C (rys.2, poz.4). Wlot ten posiada dwa pasy ruchu umożliwiające jazdę na wprost. Duże obciążenie ruchem skrzyżowania powodowało, że wylot A okazywał się okresowo zablokowany. Powodowało to okresowe zablokowane lewego pasa ruchu na wlocie C. Pojazdy jadące na wprost, które wybrały ten pas ruchu były też więc zablokowane. Wprowadzono zatem dodatkową regułę dla pojazdów jadących na wprost z wlotu C, umożliwiającą zmianę pasa ruchu na sąsiedni, gdy kolejka na sąsiednim pasie jest krótsza.

4. PRZYKŁADY DZIAŁANIA MODELU

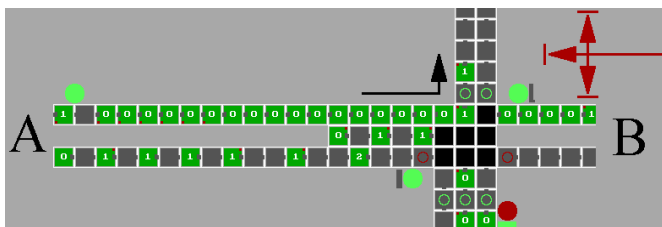
Zaproponowany dla omawianego skrzyżowania model oraz zastosowane w nim dodatkowe algorytmy modelujące nietypowe sytuacje, pozwoliły na uzyskanie obrazu symulacji zgodnego z prowadzonymi obserwacjami.

Na rysunku 3 pokazano przykładowo zatłoczony wylot A uniemożliwiający wjazd na skrzyżowanie pojazdom z wlotu C, pomimo otrzymanego przez nie sygnału zielonego. Ponieważ wlot C jest wlotem dwupasowym, zablokowany jest lewy pas, uniemożliwiający wjazd pojazdom skręcającym w lewo. Pojazdy przemieszczające się pasem prawym mogą bez kłopotów realizować manewry jazdy na wprost i skrętu w prawo.



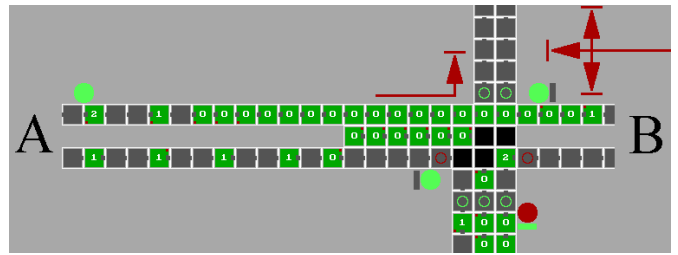
Rys. 3. Wpływ zatłoczenia wlotu A na wlot C

Na rysunku 4 pokazano przykładowo zatłoczony wylot A uniemożliwiający wjazd na skrzyżowanie pojazdom z wlotu B, pomimo otrzymanego przez nie sygnału zielonego. Ponieważ wlot B jest wlotem jednopasowym, jest on całkowicie zablokowany.



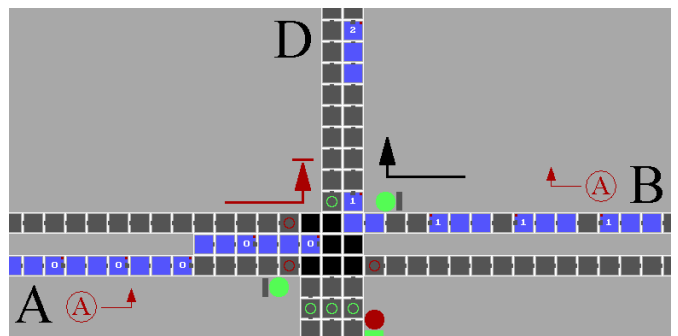
Rys. 4. Wpływ zatłoczenia wlotu A na wlot B

Na rysunku 5 pokazano przykładowo zatłoczony wylot A uniemożliwiający wjazd na skrzyżowanie pojazdom z wlotu B, pomimo otrzymanego przez nie sygnału zielonego. Dodatkowo **wyłączono** algorytm sprawdzania, czy jest możliwość opuszczenia skrzyżowania przez pojazd próbujący je przejechać. W ten sposób pojazdy zablokowały skrzyżowanie, uniemożliwiając pojazdom relacji AL wjazd na skrzyżowanie, mimo sygnału zielonego.



Rys. 5. Wpływ zatłoczenia wlotu A w przypadku nieprzepisowego wjazdu na skrzyżowanie i jego zablokowania

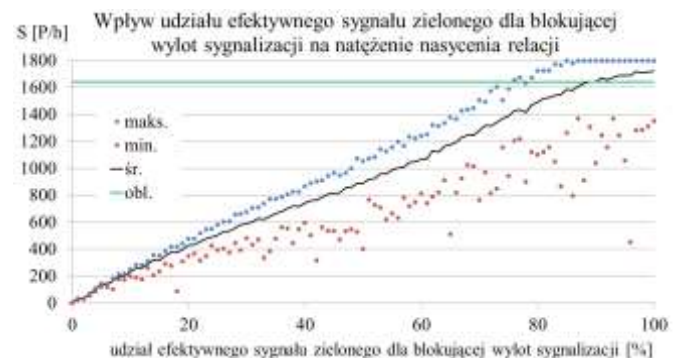
Na rysunku 6 pokazano wpływ ciasnego wlotu D na sytuację na skrzyżowaniu. Wygenerowano tylko strumienie pojazdów powodujących zatłoczenie – czyli duże pojazdy – autobusy członowe komunikacji miejskiej. Posiadające pierwszeństwo przejazdu autobusy z wlotu B bez kłopotów wjeżdżają i opuszczają skrzyżowanie. Autobusy z wlotu A, z relacji podporządkowanej, mimo otrzymania sygnału zielonego, z powodu ciasnego wlotu D nie mogą wykonać zamierzonego manewru. Oczekują na fazę IA, w której wjazd pojazdów z wlotu B jest zabroniony.



Rys. 6. Wpływ ciasnego wlotu D

Dodatkowo na rysunku 6 widoczny jest wpływ ciasnego skrótu na skrzyżowaniu na ruch pojazdów ciężkich wielocłonowych. Na skutek tego efektu, strumień pojazdów o stosunkowo dużej gęstości na wlocie B, na wlocie D ma już zdecydowanie mniejszą.

Jako przykład wyników uzyskanych w wyniku działania zaproponowanego modelu symulacyjnego pokazano wpływ blokowania wlotu skrzyżowania na natężenie nasycenia (rys.7) oraz przepustowość (rys.8) pojedynczej relacji BW. Pojazdy relacji BW – jadące na wprost wlotem A – były blokowane przez sąsiednią sygnalizację świetlną (rys.4).



Rys. 7. Wpływ udziału sygnału zielonego na natężenie nasycenia S



Rys. 8. Wpływ udziału sygnału zielonego na przepustowość C

Natężenie nasycenia S , obliczone zgodnie z instrukcją [4] dla tej relacji wynosiło 1640 P/h, a przepustowość C – 760 P/h. Jak widać, w przypadku braku blokowania wylotu, model oblicza te dwa parametry poprawnie, nieznacznie zawyżając przepustowość. Im bardziej sąsiednia sygnalizacja świetlna blokuje wylot A, tym bardziej zmniejsza się natężenie nasycenia oraz przepustowość tej relacji.

Ze względu na możliwość wystąpienia zdarzeń losowych (prawdopodobieństwo zahamowania = 2%), symulacje przeprowadzono 100 razy dla każdego punktu obliczeniowego. Na wykresach pokazano uzyskane wartości maksymalne, minimalne oraz średnie.

PODSUMOWANIE

Zalecana metoda obliczania przepustowości i oceny warunków ruchu na skrzyżowaniach zawiera ograniczenia. Nie uwzględnia przykładowo zjawisk powodujących blokowanie ruchu na wylotach skrzyżowań. Dlatego zaproponowano wykorzystanie automatu komórkowego do badań symulacyjnych w takich przypadkach.

Pokazano przykład skrzyżowania z sygnalizacją świetlną silnie obciążonego ruchem. Jego cechami charakterystycznymi były: blokowanie ruchu na skrzyżowaniu wynikające z bliskości innego skrzyżowania z nieskoordynowaną sygnalizacją świetlną oraz ciasnego dwupasowego wylotu, uniemożliwiającego jednoczesny zjazd dwóch pojazdów ciężkich. Dodatkowo ruch pojazdów ciężkich wynikał z regularnego ruchu autobusów komunikacji miejskiej.

Omówiono sposób modelowania takich nietypowych sytuacji oraz pokazano, jak blokowanie ruchu na wylocie wpływa na natężenie nasycenia oraz przepustowość wlotu. Pokazano, że budowa modelu z wykorzystaniem automatu komórkowego pozwala na symulację sytuacji nieuwzględnionych w obowiązujących instrukcjach obliczeniowych dla skrzyżowań.

BIBLIOGRAFIA

1. Bartodziej M., *Modelowanie ruchu ulicznego za pomocą automatów komórkowych*. Praca dyplomowa. Politechnika Wrocławska, Wrocław 2007.
2. Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M., *Inżynieria ruchu drogowego*. WKŁ, Warszawa 2008.
3. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, *Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej. Instrukcja obliczania*. Wydawnictwo PiT, Warszawa 2004.
4. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, *Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną. Instrukcja obliczania*. Wydawnictwo PiT, Warszawa 2004.
5. Nagel K., Schreckenberg M., *A cellular automaton model for freeway traffic*. Journal de Physique I France, Vol. 2, No. 12, 1992, p. 2221.

6. Plączek B., Bernas M., *Zastosowanie automatu komórkowego do modelowania ruchu drogowego w zmiennych warunkach pogodowych*. Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: TRANSPORT z. 72, 2011.
7. Plączek B., *Zastosowanie rozmytych automatów komórkowych do modelowania ruchu drogowego*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej z. 87, 2012.
8. Praca zbiorowa, *Symulacja ruchu potoku pojazdów – Wybrane zagadnienia*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1980.
9. Smoczyński M., *Automat komórkowy w modelowaniu ruchu na małym skrzyżowaniu*. Logistyka 6/2014.
10. Smoczyński M., *Model ruchu na rondzie jednopasowym wykorzystujący automat komórkowy*. Logistyka 6/2014.
11. Smoczyński M., *Strumień pojazdów w modelach ruchu drogowego wykorzystujących automaty komórkowe*. Logistyka 2/2015.
12. Smoczyński M., *Przepustowość rond w modelach wykorzystujących automaty komórkowe*. Autobusy 6/2016.

Modelling of Non-standard Situations at Intersections Using Cellular Automata

This paper shows a method of modelling unusual situations on intersections in a cellular automata model. The method of calculating capacity and lost time for certain intersection types was shown in Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad instructions. However, these instructions should not be used in some cases, especially those including blocking the traffic stream on intersection exits. These instructions should not be used also in case of changing load. Usage of cellular automata was proposed and analysed. Basic Nagel-Schreckenberg model was extended by, inter alia, traffic rules on intersections, procedures of keeping safe velocity, and possibility of including heavy vehicles. Intersection with traffic lights, on which occurrence of unusual situations was observed, was shown as an example. Possibility of generating independent streams of heavy vehicles, for example city buses, was shown. An example of blocking the stream of vehicles on the intersection exit by adjacent intersection with traffic lights was presented. In case of heavy traffic load, it caused a complete blockage of the analysed intersection. Moreover, an example of blocking two-lane, narrow intersection exit by vehicles was shown and analysed. This prevented two heavy vehicles from simultaneously leaving the intersection, despite existence of two-lane exit. The impact of blocking the intersection exit on saturation flow and capacity was calculated and analysed. Results of calculations using obligatory instruction and the cellular automata model were presented and compared. The proposed model allows to simulate situations not included in the obligatory instructions.

Autorzy:

dr inż. **Mariusz Smoczyński** – Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny, Katedra Pojazdów i Podstaw Budowy Maszyn; 90-924 Łódź; ul. Żeromskiego 116; Tel: + 48 42 631-23-90, 631-23-93, Fax: + 48 42 631-23-98, mariusz.smoczynski@p.lodz.pl

inż. **Aneta Wąsowicz** – dyplomantka studiów magisterskich kierunku Transport, Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny, Katedra Pojazdów i Podstaw Budowy Maszyn