

Stanisław Krawiec
Politechnika Śląska, Wydział Transportu, Katedra Inżynierii Ruchu

Ireneusz Celiński
Politechnika Śląska, Wydział Transportu, Katedra Inżynierii Ruchu

STEROWANIE OBSZAROWE - PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ W ASPEKCIE MODELOWANIA RUCHU DROGOWEGO W MIASTACH

Streszczenie: W artykule wymieniono stosowane w praktyce rozwiązania sterowania obszarowego ruchem drogowym w miastach. Przedstawiono wady i zalety istniejących rozwiązań w tym zakresie. Odniesiono się do implementowanych w praktyce metod optymalizacji w kontekście kształtowania płynności ruchu w gęstych sieciach transportowych. Zaprezentowano koncepcję wprowadzenia modyfikacji do istniejących systemów obszarowego sterowania ruchem polegającej na uwzględnieniu pomiarów ruchu na skrzyżowaniach bez sygnalizacji świetlnej znajdujących się poza obszarem bezpośredniego oddziaływania takiej formy organizacji ruchu.

Słowa kluczowe: sterowanie obszarowe, ITS, ATMS, optymalizacja ruchu, płynność ruchu.

1. WPROWADZENIE DO STEROWANIA OBSZAROWEGO

Inteligentne Systemy Transportowe (ang. ITS- Intelligent Transport Systems) stanowią zbiór technologii informatycznych stosowanych w infrastrukturze transportu i pojazdach [1,3,4,5]. Jednym z najpopularniejszych zastosowań ITS jest budowa zaawansowanych systemów zarządzania ruchem drogowym (ang. ATMS – Advanced Traffic Management System). ATMS jest to zbiór technologii ITS, zaimplementowanych w jednym systemie, które umożliwiają monitorowanie i zarządzanie ruchem drogowym. Celem budowy takiego systemu jest zwiększenie efektywności układu drogowego, głównie przepustowości w wybranych przekrojach dróg. Stosowanie ITS w ruchu drogowym prowadzi do uzyskania wymiernych korzyści:

- 5%-15% redukcji kongestii ruchu,
- 5%-15% redukcji zdarzeń drogowych,
- 10%-20% redukcji emisji CO₂ i innych zanieczyszczeń środowiska [2][6][8].

Systemy obszarowego sterowania ruchem stosuje się często w układach drogowych charakteryzujących się dużymi stratami czasu i kolejkami. W skład obszarowych systemów sterowania ruchem najczęściej wchodzi następujące podsystemy: sterowania sygnalizacją świetlną, integracji komunikacji intermodalnej, bezpieczeństwa ruchu, informacyjne, poboru opłat, planowania podróży, zarządzania komunikacją zbiorową, nawigacji, sterowania trakcją, kontroli oddziaływania pomiędzy pojazdami i wiele innych. W odniesieniu do obszarów miejskich funkcjonuje pojęcie Urban Traffic Management and Control (UTMC). Są to systemy monitorujące, sterujące i zarządzające ruchem drogowym w obszarach miejskich, z reguły centralnie sterowane w TCC (ang. Traffic Control Centre). W centrach tych zbierane są informacje z czujników i kamer rozmieszczonych na drogach. Na podstawie zbieranych informacji dotyczących charakterystyk ruchu drogowego, komputer centralny systemu UTMC steruje parametrami sygnalizacji świetlnej w celu minimalizacji opóźnień i długości kolejek [7,9].

Wdrożenie rozwiązań i technologii ITS w systemach zarządzania ruchem drogowym najlepiej przeprowadzić w dwóch etapach. W pierwszej kolejności powinny zostać wdrożone technologie w kontekście konkretnych procesów transportowych bez zmiany ich charakterystyk (etap 1). W kroku drugim należy określić nowe podejście do rozwiązania istniejących problemów w celu zmiany ich charakterystyk (etap 2). Etap 2 stanowi obszar zagadnień związanych z modelowaniem ruchu i dotyczy prezentowanej w artykule koncepcji zmian w sterowaniu obszarowym. Podstawowym zadaniem systemu sterowania obszarowego jest centralne sterowanie ciągami sygnalizacji świetlnej w układzie drogowym. System otrzymuje informacje z detektorów zlokalizowanych na wlotach skrzyżowań. W zależności od chwilowych charakterystyk ruchu, ustalane są długości trwania sygnałów zielonych i offset pomiędzy sygnalizacjami. Systemy te mają często zintegrowane inne moduły np. do sterowania priorytetem dla ruchu pojazdów komunikacji zbiorowej [17,18,19,20]. W praktyce najczęściej spotykane komercyjne rozwiązania takich systemów to: SCOOT, SCATS, TACTICS, ACTRA i inne.

W Polsce systemy sterowania obszarowego ruchem drogowym wdrażane są od końca lat 90-tych głównie na bazie systemu SCATS. Pionierskie wdrożenia miały miejsca w takich miastach jak Poznań, Warszawa, Kraków i Rzeszów [10]. System SCATS wdrożono także z powodzeniem w 130 miastach np. Sydney (3700 skrzyżowań), HongKong (1300) i Dublin (500) [17][18]. Ogółem system SCATS zainstalowano na 23.000 skrzyżowań w ponad 100 państwach. System SCOOT to ponad 200 wdrożonych rozwiązań w tym w takich miastach jak Pekin, Bangkok i Londyn. W Europie system SCOOT rozpowszechniony jest w Wielkiej Brytanii, SCATS w Polsce i Irlandii. Porównanie systemów SCATS i SCOOT wskazuje, że różnice pomiędzy nimi w odniesieniu do generowanych w wyniku ich stosowania strat czasu i kolejek na wlotach skrzyżowań są znikome [21,22,23,24]. W zakresie podstawowych charakterystyk ruchu, strat czasu i liczby zatrzymań, różnice te nie przekraczają 11%. Z uwagi na liczbę obsługiwanych w danym systemie skrzyżowań większość z rozwiązań stosowanych w Polsce nie jest typowym przykładem sterowania obszarowego a jedynie przykładem sterowania w konkretnym ciągu skrzyżowań w układzie drogowym. Dla przykładu w rozwiązaniach stosowanych w polskich miastach zastosowano systemy z następującą liczbą skrzyżowań zintegrowanych w jednym obszarze: Warszawa-160, Kraków-80, Poznań-112, Olsztyn-33, Łódź-61, Rzeszów-5, Gdynia-9, Wrocław-180 [10]. W perspektywie najbliższych lat należy oczekiwać w Polsce intensywnego rozwoju systemów obszarowego sterowania

ruchem drogowym [25,26]. Docelowo w poszczególnych miastach powstaną systemy złożone odpowiednio z 200 skrzyżowań w Poznaniu, 180 w Krakowie i 500 w Warszawie. Planowany stan nasycenia polskich miast systemami sterowania ruchem w perspektywie najbliższych lat nie będzie odzwierciedlał ich potencjału demograficznego i gospodarczego w porównaniu do podobnych miast na świecie.

Problem jaki należy rozważyć w tym temacie jest związany z wciąż wysokim udziałem skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej w sieci drogowej polskich miast. Skrzyżowania te z reguły wyłączane są poza obszar analizy w systemach sterowania obszarowego. Procentowy udział skrzyżowań z sygnalizacją świetlną w miastach Polski na podstawie danych SAS (System Analiz Samorządowych) przedstawia się następująco [27]:

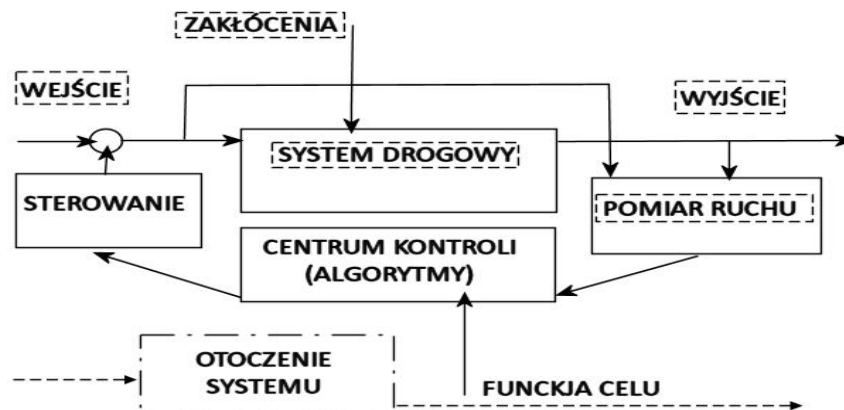
Tablica 1

Udział skrzyżowań z sygnalizacją świetlną w miastach w Polsce

Miasto – liczba mieszkańców	≥300 tys.	od 200 do 300 tys.	od 50 do 200 tys.	średnia
% skrzyżowań z sygnalizacją	44,15	48,56	18,76	20,38

Dane z tablicy 1 wskazują, jak ważne jest uwzględnianie w analizach wprowadzenia systemu obszarowego sterowania ruchem skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej jako istotnego składnika sieci drogowej.

Zalety stosowania systemów obszarowego sterowania ruchem to skrócenie czasu przejazdu, zwiększenie płynności ruchu w wybranych korytarzach transportowych, zwiększenie bezpieczeństwa, możliwość nadawania priorytetów komunikacji zbiorowej, zmniejszenie szkodliwych emisji, uzyskanie danych statystycznych etc. Poza niekwestionowanymi korzyściami wynikającymi z instalowania systemów sterowania obszarowego powodują one również negatywne skutki. W sytuacjach kiedy liczba pojazdów przekracza pojemność obszaru objętego systemem sterowania, nie jest on w stanie zarządzać efektywnie ruchem drogowym. W czasie budowy, wdrażania i dostrajania systemu, powstają dodatkowe utrudnienia, przekraczające obszar objęty sterowaniem ruchu. W czasie awarii systemu, zakłócenia ruchu często przekraczają te które powstawały przed budową systemu [11]. Usprawnienie ruchu w ciągu drogowym sterowanym obszarowo, powoduje agregowanie na takim odcinku, ruchu z innych, alternatywnych odcinków sieci drogowej[11]. Innym aspektem związanym z wadami sterowania obszarowego jest problem propagacji zaburzeń z obszaru objętego centralnym sterowaniem ruchu na pozostały obszar układu drogowego miasta. Proces ten nie jest analizowany w systemach obszarowych sterowania ruchem. Sieć drogowa jest układem koherentnym i jako taka może, ale nie powinna być optymalizowana fragmentarycznie [12]. Stan taki dopuszczalny jest wyłącznie z powodów technicznych i ekonomicznych.



Rys. 1. Ogólny system zarządzania i kontroli ruchem. Źródło:[13]

Na rysunku nr 1 linią ciągłą przedstawiono elementy systemu zarządzania i kontroli ruchu. Linią przerywaną zaznaczono istnienie w tym kontekście pozostałej sieci drogowej stanowiącej otoczenie zewnętrzne systemu sterowania obszarowego. Linią przerywaną zakreślono także elementy systemu sterowania na które wpływają charakterystyki ruchu drogowego jego otoczenia. Problem ten można określić jako przypadek suboptymalizacji. W systemie obszarowego sterowania ruchem, zakłócenia z otoczenia zewnętrznego można określić za pomocą procedur systemu, natomiast informacja zwrotna jest zmienną niewiadomą, którą trudno oszacować z powodu braku procedur kontrolnych. Działanie takie nie musi i często nie prowadzi do optymalizacji funkcjonowania układu drogowego jako spójnej całości [14].

2. MODELOWANIE PŁYNNOŚCI RUCHU NA SKRZYŻOWANIACH BEZ SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ JAKO ELEMENT SYSTEMU STEROWANIA OBSZAROWEGO

Kolejki pojazdów i straty czasu w ruchu drogowym, generowane są głównie na skrzyżowaniach. Sterowanie obszarowe realizowane jest na podstawie rejestrowania charakterystyk ruchu na skrzyżowaniach drogowych. W przypadku systemów UTMC kolejki na skrzyżowaniach określane są za pomocą urządzeń pomiarowych i traktowane są jako niezależne modele kolejek. Kolejki te traktowane są jako niezależne od charakterystyk ruchu skrzyżowań zlokalizowanych poza rejonem sterowania obszarowego. Należy zwrócić uwagę na występowanie zjawiska równoczesności kolejek, dla więcej niż jednego pojazdu, wynikających z przejazdu tego pojazdu przez poszczególne skrzyżowania drogowe [12]. Charakterystyki kolejek ruchu i przepustowości w sterowaniu obszarowym należy zdefiniować dla warunków równowagi ruchu, jako agregaty odpowiednich charakterystyk w skrzyżowaniach objętych sterowaniem centralnym [12]. Zdaniem autorów, nie tylko tych skrzyżowań, ale również innych znajdujących się poza obszarem sterowania. Oznacza to, że straty czasu i-tego potoku ruchu są sumą strat czasu na poszczególnych skrzyżowaniach, zarówno stanowiących

przedmiot systemu sterowania obszarowego jak również zlokalizowanych poza nim. Straty czasu i-tego potoku ruchu w układzie drogowym można opisać równaniem:

$$w_i(q_1, q_2, \dots, q_n) = \sum_{j=1}^{l_i} w_i^{(j)}(q_1, q_2, \dots, q_n), \quad l_i \geq 1 \quad (1)$$

gdzie:

$w_i^{(j)}(q_1, q_2, \dots, q_n)$ – czas tracony przez i-ty potok ruchu w j-tym skrzyżowaniu, n-liczba potoków ruchu, l_i - liczba skrzyżowań pokonywanych przez i-ty potoku ruchu, q_i - intensywność i –tego potoku [12].

Optymalna intensywność i-tego potoku ruchu w obszarze objętym sterowaniem obszarowym będzie nie większa aniżeli najmniejsza optymalna intensywność w jednym ze skrzyżowań które przekracza ten potok, przy czym skrzyżowanie to nie musi znajdować się w obszarze sterowania. Optymalną intensywność potoku ruchu można opisać:

$$q_{0i/1,2,\dots,i-1,i+1,\dots,n} = \min_j (q_{0i/1,2,\dots,i-1,i+1,\dots,n}^{(j)}), \quad j = 1, 2, \dots, l_i \quad (2)$$

$$q_{0i/1,2,\dots,i-1,i+1,\dots,n}^{(j)} = \left(q_{0i}^{(j)} : F_i^{(j)}(q_{0i}^{(j)}) \right) = \max, \quad F_i^{(j)}(q_i) = \left(1 - p_i^{(j)}(q_i) \right) q_i \quad (3)$$

gdzie:

$F_i^{(j)}(q_i)$ – jest oczekiwana płynnością ruchu i-tego potoku ruchu w węźle j-tym, $p_i^{(j)}(q_i)$ – jest prawdopodobieństwem wystąpienia kolejki (zakłócenia) i-tego potoku ruchu w j-tym węźle dla intensywności q_i [12].

W ten sposób określa się wąskie gardło na drodze i-tego potoku ruchu w j-tym skrzyżowaniu drogowym [12]. Wąskim gardłem jest to skrzyżowanie w którym i-ty potok doznaje największych opóźnień, co zapisujemy:

$$w_i^{(j)}(q_1, q_2, \dots, q_n) = \max_j (w_i^{(j)}(q_1, q_2, \dots, q_n)), \quad i = 1, 2, \dots, l_i \quad (4)$$

Sterowanie obszarowe zazwyczaj nie uwzględnia w sposób dostateczny tej złożonej zależności. W zakresie optymalizacji systemu drogowego, podejście takie stanowi zaledwie wzmiankowany wyżej etap 1. Przypomnijmy, oznacza to zastosowanie wprost istniejącej technologii do rozwiązywanego problemu, bez likwidacji przyczyn jego wystąpienia. Podejście takie w pewnych sytuacjach poprzez likwidacje kongestii, bez usunięcia przyczyny tej perturbacji ruchu w sieci drogowej, powoduje jedynie propagacje zaburzeń na inne obszary miasta[11]. Innymi słowy, jeżeli dla i-tego potoku ruchu wąskie gardło(a) występuje(a) poza obszarem zintegrowanego sterowania ruchem, stosowanie takiego sytemu stanowi jedynie rozwiązanie suboptymalne. Zdaniem autorów w zagadnieniach sterowania obszarowego system winien obejmować swoim zasięgiem również skrzyżowania nie wyposażone w sygnalizację świetlną. Obszar działania takiego

rozwiązania powinien uwzględniać maksymalną liczbę zlokalizowanych wąskich gardeł w sieci drogowej. Nie można w sposób analityczny zbudować optymalnego systemu sterowania ruchem, bez uwzględniania zmian charakterystyk ruchu w sieci. Należy uwzględnić niestacjonarność charakterystyk ruchu. Jest to zawsze długi proces iteracyjny uwzględniający ewolucyjne zmiany w sieci drogowej [12]. Można oczekiwać, że w związku z rozwojem motoryzacji, tendencjami demograficznymi, dynamika procesów zachodzących w ruchu drogowym będzie narastała. Sterowanie obszarowe pozwala na adaptacje własnych mechanizmów działania do zmiennych w czasie warunków ruchu drogowego. Niestety nie spełnia wymogów adaptacji tychże mechanizmów do relokacji wąskich gardeł w sieci transportowej, których rozmieszczenie zmienia się w czasie i w przestrzeni. Obecne przeobrażenia w przestrzeni miejskiej polskich miast (nowe osiedla mieszkaniowe, hipermarkety) powodują zmiany w alokacji generatorów i absorbentów ruchu a co za tym idzie zmiany w rozkładzie przestrzennym i czasowym potoków ruchu. Powyższa sytuacja wymusza stosowanie następujących rozwiązań: projektowanie obszarowych systemów sterowania możliwie na jak największym obszarze, wykonywanie szczegółowych analiz rozmieszczenia wąskich gardeł z zastosowaniem metod prognostycznych, włączenie do systemów sterowania obszarowego pozostałych skrzyżowań, w tym również bez sygnalizacji świetlnej. Optymalizacje ruchu w obszarze sterowania możemy zapisać jako minimalizacje strat czasu, maksymalizacje płynności ruchu, maksymalizacje intensywności ruchu bądź maksymalizując przepustowość węzła, co zapisujemy jako:

$$\min_R \sum_{i,j} w_i^{(j)} \text{ lub } \max_R \sum_{i,j} F_{it}^{(j)}(q_i) \text{ lub } \max_R \sum_i q_{0i} \text{ lub } \max_R \sum_i q_{it}^* \quad (5)$$

gdzie: R- możliwe warianty organizacji ruchu [12].

W oparciu o teorię płynności ruchu można zaproponować modyfikację funkcjonowania istniejących systemów obszarowego sterowania ruchem drogowym [12]. Propozycja dotyczy włączenia w system centralnego sterowania, danych o charakterystykach ruchu skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej, bez instalacji na nich kompletnych systemów sterowania ruchem. Rozwiązanie to sprowadza się w takim przypadku do zainstalowania na skrzyżowaniu bezprzewodowych lub przewodowych urządzeń rejestrujących ruch drogowy, zintegrowanych ze sterownikiem obszarowym za pośrednictwem transmisji danych GSM lub IP. Ruchem drogowym na takim skrzyżowaniu nie da się bezpośrednio sterować, natomiast obserwacja jego charakterystyk umożliwi dobór parametrów sygnalizacji na skrzyżowaniach sąsiednich w celu optymalizacji jego pracy w okresach przeciążenia. W przeciwieństwie do tradycyjnego ujęcia teorii płynności ruchu, proponowana metoda opiera się na poszukiwaniu pojazdów, które przejeżdżają przez skrzyżowanie bez zakłócenia. W klasycznym ujęciu teorii płynności ruchu poszukuje się zwykle pojazdów zakłóconych. Parametrem ruchu obserwowanym jest tu prędkość pojazdów. W takim przypadku koszt wyposażenia technicznego obiektu w urządzenia integrujące je z systemem sterowania obszarowego jest kilkakrotnie niższy (min. 1:10), niż oprzyrządowanie go w kompletne sterowanie sygnalizacją świetlną. W metodzie tej zakłada się analizowanie dwóch kryteriów braku zakłócenia płynności ruchu. Kryterium

pierwsze – definiowane dla dróg z pierwszeństwem przejazdu, kryterium drugie definiowane dla dróg podporządkowanych. Kryterium pierwsze służy sprawdzeniu czy pojazd poruszający się po drodze z pierwszeństwem ruchu nie zmniejsza swojej prędkości, lub w przypadku zmiany kierunku jazdy (redukcja techniczna prędkości pojazdu dla relacji skrzyżnych) nie zmniejsza jej o określony poziom:

$$v_1(t_1) \leq v_2(t_2) \leq \dots, v_i(t_i), \dots, \leq v_n(t_n), \quad t_1 \leq t_2 \leq \dots, \leq t_n \quad (6)$$

$$v_2(t_2) \geq v_1(t_1) - \Delta v \geq \dots, v_{i+1}(t_{i+1}) \geq v_i(t_i) - \Delta v, \dots, v_n(t_n) \geq v_{n-1}(t_{n-1}) - \Delta v; \quad t_1 \leq t_2 \leq \dots, t_n; \quad \Delta v = const \quad (7)$$

Należy również uwzględnić sytuacje zatoru drogowego który spełnia kryterium pierwsze jednakże odpowiada zdarzeniu zakłócenia płynności ruchu. W takim przypadku spełnione jest (6) należy więc dodatkowo sprawdzić warunek:

$$\Delta s_1 = \Delta s_2 = \dots, = \Delta s_n, \quad (8)$$

gdzie: $\Delta s_i = (S_j - S_{j-1}) \pm \Delta T$ są odstępami pomiędzy kolejnymi j-tymi pojazdami w i-tym potoku ruchu z tolerancją $\pm \Delta T$.

W konsekwencji można określić prawdopodobieństwo płynnego przejazdu w relacji priorytetowej zgodnie z równaniem:

$$1 - p_i^{(j)}(q_i) = \frac{q_i / \text{kryterium 1}}{\sum q_i} \Rightarrow F_{ii}^{(j)}(q_i) = (1 - p_i^{(j)}(q_i)) * (q_i) \quad (9)$$

gdzie: $q_i / \text{kryterium 1}$ - pojazdy i-tego potoku ruchu spełniające kryterium pierwsze, $\sum q_i$ wszystkie pojazdy i-tego potoku ruchu w analizowanym przekroju drogi.

Kryterium drugie służy sprawdzeniu przebiegu manewrów pojazdów poruszających się w relacji podporządkowanej (z drogi podporządkowanej, spod znaku A7, B20, A5). Sprawdzeniu podlega iloraz liczby luk w strumieniu nadrzędnym wykorzystanych przez pojazdy z wlotu podporządkowanego do liczby wszystkich luk o czasie większym od czasu granicznego dla danego i-tego potoku ruchu. Warunkiem, poprawnej estymacji prawdopodobieństwa jest obecność min. jednego pojazdu na wlocie podporządkowanym:

$$1 - p_i^{(j)}(q_i) = \frac{\sum N / \Delta t_t \geq t_g / \text{kryt. 2}}{\sum M / \Delta t_t \geq t_g} \Rightarrow F_{ii}^{(j)}(q_i) = (1 - p_i^{(j)}(q_i)) * (q_i) \quad (10)$$

gdzie: N- pojazdy i-tego potoku ruchu spełniające kryterium II (pojazdy które włączyły się do ruchu na skrzyżowaniu), $\sum M / \Delta t_t \geq t_g$ suma wszystkich luk Δt_t większych od czasu

granicznego możliwych do wykorzystania przez pojazdy poruszające się z wlotu podrzędnego.

W efekcie równanie (9) określa prawdopodobieństwo płynnego przejazdu pojazdu przez skrzyżowanie bez sygnalizacji świetlnej dla pojazdów priorytetowych, natomiast (10) dla pojazdów z wlotów podporządkowanych. System sterowania obszarowego mając dane odnośnie płynności ruchu na skrzyżowaniach bez sygnalizacji świetlnej może reagować na spadki wydajności tych obiektów poprzez zmianę stanu odpowiednich sygnalizatorów w systemie-nadając tym relacjom priorytet w ramach istniejących w nim rezerw przepustowości.

3. WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE

W zakresie systemów obszarowego sterowania ruchem istnieje problem oddziaływania takiego sposobu organizacji ruchu na otoczenie zewnętrzne czyli układ komunikacyjny całego miasta. Problem z różnych przyczyn pomijany w analizach ruchu. Proponowana metoda umożliwi istotne zwiększenie obszaru objętego kontrolą ruchu drogowego bez zwiększania ilości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną systemu. System obszarowego sterowania ruchem zmodyfikowany w ten sposób pozwala na określenie oddziaływań skrzyżowań sterowanych sygnalizacją świetlną na przyległy obszar. Metoda powinna zostać poddana dalszym szczegółowym analizom, w tym weryfikacji za pomocą modelu symulacyjnego.

Bibliografia

1. Stough R.: Intelligent Transport Syst., C&P, Edward Elgar Pub. Limited, Cheltenham UK, 2001.
2. Maes W.: How the European Commission promotes coordinated ITS deployment in road transport in the EU Member Countries, Innovation in Road Transport, Lisbon, 02/10/2009
3. Chen K., Miles J.: ITS Handbook 2000: World Road Association (PIARC), Artech House, 1999
4. McQueen B., McQueen J.: Intelligent Transportation Systems Architectures, Artech House, 1999
5. Sussman J.: Perspectives on Intelligent Transportation Systems (ITS), 2005
6. Delivering Intelligent Transport Systems Driving integration and innovation, IBM Corporation 2007.
7. Intelligent Transportation Systems (ITS)- Statewide Plan, Advanced Traffic Analysis Center Upper Great Plains Transportation Institute North Dakota State University Fargo, North Dakota October 2004
8. Position Paper: On Intelligent Transport Systems (ITS), Brussels, 2 December 2009; www.orgalime.org
9. Hough J.A., Bahe C., Murphy M., Swenson J.: ITS: helping public Transit support welfare to work initiatives, Upper Great Plains Transportation Institute North Dakota State University, May 2002
10. http://www.adt.pl/prasa_ssr/odslona: 28 luty 2010.
11. Krawiec S., Karoń G., Celiński I., Sobota A.: Warunki ruchu w sieci drogowej konurbacji górnośląskiej w latach 2007 – 2009. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Zeszyt nr, Gliwice 2010.
12. Woch J.: Kształtowanie płynności ruchu w gęstych sieciach transport., Wyd. Szumacher, Kielce 1998.
13. Varga I., Kulcsar B., Tamas P.: Design of an Intelligent TCS: www.ercim.eu-odslona: 28 luty 2010.
14. Steenbrink P.A., Optymalizacja sieci transportowych, WKŁ, Warszawa 1978.
15. <http://www.dsa.wroc.pl/?k=katalog&w=&d=2>; odslona : 28 luty 2010.
16. Chodur J.: Funkcjonowanie skrzyżowań drogowych w warunkach..., seria: IL, PK, Kraków 2007.
17. <http://www.scoot-utc.com/>; odslona 10-marca-2010 r.,
18. <https://www.mrwa.wa.gov.au>; odslona 10-marca -2010 r.
19. <http://www.adt.pl/>; odslona 10-marca -2010 r.
20. http://www.scats.com.au/product_base_packg_compnts.html; odslona 10-marca-2010 r.

21. Davies P.: Assessment of advanced technologies for relieving urban traffic congestion, National Cooperative Highway Research Program 340. Transp. Research Board, NRC Washington D.C. 1991.
22. Liu D. Cheu R. L.; Simulation Evaluation of Dynamic TRANSYT and SCATS-Based Signal Control Logic under ..., Applications of Advanced Technologies in Transport. Engineering (Conference 2004)
23. Ngoc Nguyen V.: Evaluation of SCATSIM-RTA Adaptive Traffic Network Simulation Model, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2007
24. Wolshon B, Taylor W.C.: Analysis of intersection delay under real-time adaptive .., TR Part C 7, 1999
25. Tracz M., Gondek S., Gaca S., Chodur J. i inni: Koncepcja systemu sterowania ruchem dla miasta Krakowa. Opracowanie wykonane dla WGK UM. Politechnika Krakowska, Kraków 1996.
26. Zintegrowany Plan Rozwoju Transportu Publicznego w Aglomeracji Warszawskiej. Biuro Strategii Rozwoju i Integracji Europejskiej m. st. Warszawy, Warszawa 2004.
27. <http://www.sas.zmp.poznan.pl/> - odsłona 10-marca-2010 r.
28. Karoń G., Macioszek E., Sobota A.: Selected problems of transport Network model ling of Upper-silesian Agglomeration (In Poland), Vilnius Technika VGTU, Vilnius 2009.

AREA TRAFFIC CONTROL- SOME EXAMPLES IN ROAD TRAFFIC MODELING ASPECTS IN TOWN

Abstract: The article briefly introduces Urban Traffic Control Systems (UTCS). It presents implemented solutions with their advantages and disadvantages listed. The article describes examples of solutions implemented in Poland. In the article the authors censoriously describes methods applied considering forming traffic flow in thick roads nets. It expresses concepts of existing controlling systems alterations providing traffic optimization in urbanized areas.

Keywords: area traffic control, ITS, ATMS, traffic optimization, traffic flow.