

PROPOZYCJA WDROŻENIA OBSZAROWEGO SYSTEMU ZARZĄDZANIA RUCHEM DROGOWYM W SZCZECINIE

DATA PRZESŁANIA: 2.06.2016 | DATA AKCEPTACJI: 30.08.2016 | KODY JEL: R410, R420, R53

Wojciech Rymer, Anna Wolnowska

Wydział Inżynierijno-Ekonomiczno Transportu, Akademia Morska w Szczecinie, Instytut Inżynierii Transportu
e-mail: a.wolnowska@am.szczecin.pl, wojciech.rymer@gmail.com

STRESZCZENIE

W artykule przedstawione zostały ogólne założenia tworzenia obszarowego systemu zarządzania ruchem pojazdów w mieście wraz z oceną efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia. Metodę postępowania oparto na określeniu ilorazu kosztów eksploatacyjnych i nakładów inwestycyjnych jako uproszczonym wskaźniku efektywności ekonomicznej dla inwestycji nieprodukcyjnych. *Case study* dla wybranych ciągów komunikacyjnych infrastruktury teletechnicznej w Szczecinie przeprowadzono na podstawie określonych wcześniej wskaźników dotyczących uciążliwości transportu miejskiego, degradacji ochrony środowiska, zużycia paliwa, zagrożenia wypadkami oraz efektywności inwestycji. Zrealizowane badania wykazały, że wartość uproszczonego wskaźnika efektywności ekonomicznej dla wybranych ciągów komunikacyjnych infrastruktury teletechnicznej w Szczecinie jest na poziomie 0,15 – oznacza to, że proponowana inwestycja jest zasadna.

SŁOWA KLUCZOWE

koszty systemu zarządzania ruchem miejskim

WPROWADZENIE

Naturalną konsekwencją rozwoju miast jest wciąż narastający ruch różnego rodzaju pojazdów. Miejscowi i przyjezdni użytkownicy dróg oczekują ich satysfakcjonującej przepustowości i optymalnego czasu, a w wielu przypadkach skrócenia czasu przejazdu. Niezmotoryzowani użytkownicy cenią sobie płynność potoków pojazdów ze względu na jakość powietrza szczególnie w okolicach największych skrzyżowań. Zatory, kongestie i przestoje nie służą jakości życia żadnej ze wspomnianych grup społeczeństwa. Ponadto ze względu na zwiększającą się liczbę poruszających się po ulicach miast pojazdów ich obciążenie ruchem drogowym przekracza już natężenia ruchu, dla których te ulice zostały zaprojektowane. Najczęściej w ograniczonej przestrzeni

miejskiej nie ma już możliwości na poszerzenie ulic o kolejny pas ruchu. Rozwiązaniem w takiej sytuacji może być zastosowanie obszarowych systemów sterowania ruchem drogowym, które będą w stanie poradzić sobie z narastającą liczbą poruszających się po drogach miast pojazdów. Celem artykułu jest przedstawienie propozycji wdrożenia obszarowego systemu zarządzania ruchem wraz z oceną efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia.

Już od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku pracowano nad systemami, które wspomagałyby poruszanie się po drogach oraz koordynowały współdziałanie rozproszonych sygnalizatorów (Wróblewski, Pęcherski, Kołkowski, 2013, s. 34–37). Efektem tych działań jest system SCATS (*Sydney Coordinated Adaptive Traffic System*) (www.scats.com.au), który kompleksowo podejmuje temat sterowania pracą sygnalizacji świetlnej. Obecnie wykorzystywany jest w ponad 250 miastach mieszczących się w 27 państwach i obsługuje ponad 37 tys. skrzyżowań na świecie. Jest nieustannie rozwijany i modyfikowany. SCATS umożliwia adaptacyjne sterowanie ruchem w czasie rzeczywistym i funkcjonuje pod kontrolą systemu operacyjnego Windows®. Daje możliwość nadzorowania do 64 umownych obszarów i sterowania pracą 16 tys. skrzyżowań. Akwizycja danych ruchowych realizowana jest przez detektory indukcyjne oraz wideo, dzięki czemu działa w pełni automatycznie i nie wymaga ingerencji operatora. Ponadto system zbiera i przetwarza dane w celu ich późniejszego wykorzystania jako danych historycznych w dążeniu do lepszego przewidywania sytuacji ruchowych. Również współdziałanie z pojazdami uprzywilejowanymi oraz priorytetyzacja ruchu komunikacji miejskiej są kluczowymi elementami tego systemu.

PRZESŁANKI WDROŻENIA OBSZAROWEGO SYSTEMU STEROWANIA RUCHEM

Z przeprowadzonych dotychczas badań, jak podaje Nowacki, wynika, że dzięki uporządkowanym i uregulowanym systemom zarządzania ruchem można uzyskać następujące efekty (Nowacki, 2008, s. 122):

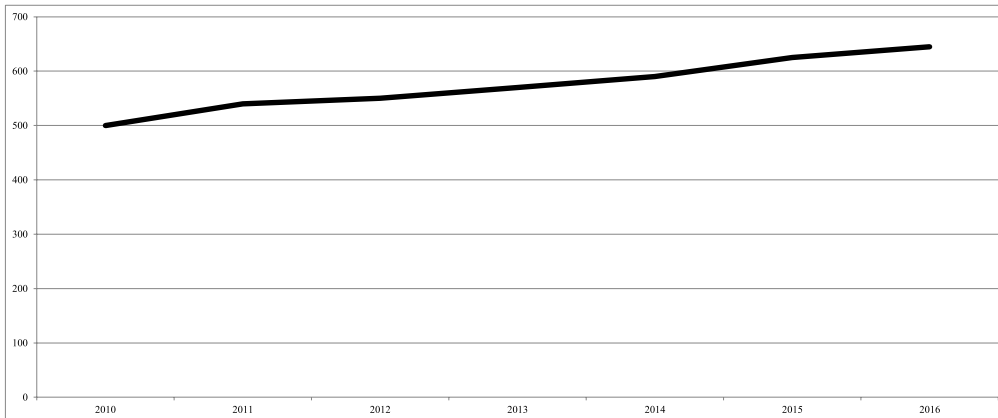
- spadek emisji spalin do 7%,
- redukcję zużycia paliwa do 12%,
- eliminację opóźnień w ruchu do 20%,
- wykluczenie zatrzymań pojazdów do 40%.

Szczecin to miasto na prawach powiatu, stolica i największe miasto województwa zachodniopomorskiego. Graniczy z gminami: Dobra, Kołbaskowo, Gryfino, Stare Czarnowo, Kobylanka, Goleniów. Jest jednym z najstarszych i największych miast w Polsce (trzecie miejsce pod względem zajmowanej powierzchni i siódme pod względem liczby ludności). Miasto zajmuje powierzchnię 300,55 km². Zmianę liczby ludności, gęstość zaludnienia oraz liczbę zarejestrowanych pojazdów zaprezentowano w tabeli 1 oraz na rysunku 1.

Tabela 1. Liczba ludności i gęstości zaludnienia Szczecina z prognozą na 2015 r.

	30/VI/ 2010	31/XII/ 2010	30/VI/ 2011	31/XII/ 2011	30/VI/ 2012	31/XII/ 2012	30/VI/ 2013	31/XII/ 2013	30/VI/ 2014'	31/XII/ 2014'	30/ VI/2015'
Ludność [os.]	410 583	410 245	409 906	409 596	409 211	408 913	408 502	408 172	407 840	407 495	407 150
Gęstość [os./km ²]	1366	1365	1364	1363	1362	1361	1359	1358	1357	1356	1355

Źródło: GUS (2015).



Rysunek 1. Liczba zarejestrowanych w Szczecinie pojazdów na 1000 mieszkańców w latach 2010–2015

Źródło: opracowanie własne na podst. GUS (2016).

Liczba ludności Szczecina wykazuje spadek, a gminy ościenne odnotowują przyrost liczby mieszkańców. Skutkuje to wciąż rosnącą wartością pracy przewozowej. Jest to ściśle powiązane z rosnącą liczbą podróży fakultatywnych, takich jak praca–dom i pokrewne. Z opracowania wykonanego przez firmę „TRAKO” Wierzbicki i Wspólnicy S.j. wynika, że potoki ruchu składają się w 75% z pojazdów osobowych, poruszając się pomiędzy Szczecinem a wspomnianymi wcześniej gminami ościennymi. Również wyniki Generalnego Pomiaru Ruchu (GPR, 2015), który miał miejsce w 2015 roku, jednoznacznie wskazują najbardziej obciążone ciągi komunikacyjne w Szczecinie, takie jak: DW115, DK10, DK13, DK31 (Zintegrowany Plan Zrównoważonej Mobilności..., 2016, s. 31, 52).

METODYKA OCENY EKONOMICZNEJ INWESTYCJI DROGOWEJ

Systemy sterowania ruchem drogowym jako inwestycję nieprodukcyjną ocenia się poprzez przeciwstawianie sobie odpowiednich wskaźników dla stanu przed i po instalacji danego układu. Największy nacisk kładzie się na analizę budowy nakładów inwestycyjnych oraz kosztów eksploatacji systemu w porównaniu do oczekiwanych korzyści po jego wybudowaniu (Leśko, Guzik, 2000b, s. 266).

Oceny wydajności można dokonać na podstawie różnorodnych mierników: parametrów ruchu (np. natężenie), bezpieczeństwa ruchu, komfortu jazdy, oddziaływania na środowisko, kosztów podróży.

Zgodnie z zasadami podanymi przez Leśko i Guzik (2000a) uwarunkowanie zasadności budowy określonego systemu zarządzania ruchem może przyjąć uproszczony wskaźnik efektywności inwestycji nieprodukcyjnych E , który dotyczy prognozowanych nakładów inwestycyjnych i ich efektów w skali jednego roku:

$$E = \frac{I * z * (r + s) + K}{W}, \quad (1)$$

gdzie:

E – uproszczony wskaźnik przewidywanych nakładów i efektów w skali jednego roku (wartość bezwymiarowa),

I – przewidywane nakłady na inwestycje,

z – współczynnik zamrożenia wyznaczony jako funkcja przewidywanego okresu na realizację budowy systemu b oraz stopy dyskontowej r :

$$z = 1 + 0,5 * b * r, \quad (2)$$

s – średnia stawka amortyzacyjna,

K – przewidywane koszty wdrożenia systemu,

W – przewidywany łączny zysk z wdrożenia systemu sterowania ruchem drogowym możliwy do uzyskania w skali jednego roku.

Prognozowane nakłady na inwestycję są sumą kosztów wynikających z budowy systemu oraz kosztów nieodzownych urzędzień do jego wykonania:

$$I = K_p + K_w + K_i + K_t + K_o + K_d, \quad (3)$$

gdzie:

K_p – koszty projektów i badań,

K_w – koszty urzędzeń,

K_i – koszty instalacji urzędzeń,

K_t – koszty testowania systemu,

K_o – koszty organizacji i szkolenia obsługi systemu,

K_d – koszty dokumentacji systemu.

Roczne koszty eksploatacyjne systemu wylicza się według wzoru:

$$K_e = K_z + K_k + K_m + K_b, \quad (4)$$

gdzie:

K_z – koszty wynagrodzeń pracowników obsługi,

K_k – koszty konserwacji urzędzeń,

K_m – koszty materiałów,

K_b – inne koszty bezpośrednio.

Przewidywane możliwe do uzyskania korzyści W z tytułu wdrożenia systemu to oszacowane oszczędności wyrażone równaniem:

$$W = W_p + W_t + W_w + W_h + W_{pw}, \quad (5)$$

gdzie:

W_p – zużycie paliwa i energii,

W_t – skrócenia czasu podróży,

W_w – zmniejszenie liczby wypadków,

W_h – zmniejszenie hałasu,

W_{pw} – ochrony środowiska.

Koszty paliw i energii K oblicza się jako iloczyn kosztu jednostkowego paliwa/energii oraz średniorocznego przebiegu w poszczególnych kategoriach pojazdów: pojazdy osobowe, pojazdy ciężarowe (z przyczepą i bez przyczepy), autobusy, tramwaje, trolejbusy.

$$K = P_{km} * C \quad (6)$$

dla pojazdów osobowych, ciężarowych i autobusów lub

$$K = P_{km} * E \quad (7)$$

dla tramwajów i trolejbusów, gdzie:

P_{km} – średnie roczne przebiegi dla danej grupy pojazdów,

C – koszty jednostkowe paliwa,

E – koszty jednostkowe energii.

W przedstawionym postępowaniu przewiduje się szacowanie wielkości różnego rodzaju oszczędności. Oszczędności z tytułu zmniejszenia zużycia paliwa i energii kalkuluje się jako procent kosztów w grupach pojazdów samochodowych oraz tramwajów i trolejbusów. Jeśli przyjmiemy, że oszczędności na paliwie $p\%$ i energii $e\%$, to roczne zyski W_p z wdrożenia systemu można obliczyć, wykorzystując zależność:

$$W_p = 0,01 * [p * (K_{os} + K_{ci} + K_{au}) + e * (K_{tr} + K_{tb})], \quad (8)$$

gdzie:

K_{os}, K_{ci}, K_{au} – koszty zużycia paliwa odpowiednio przez pojazdy osobowe, ciężarowe i autobusy,

K_{tr}, K_{tb} – koszty zużycia energii przez tramwaje i trolejbusy.

Kolejnym elementem składowym obliczanych kosztów są koszty hałasu emitowanego przez ruch pojazdów. Próg niemiłego uczucia rozdrażnienia pojawia się między 60 a 70 dB. Powyżej tego progu hałas wywołuje stan stresu prowadzący w następstwie do problemów zdrowotnych człowieka (GIOŚ, 2014). Zagrożenie hałasem komunikacyjnym o poziomie ponad 60 dB obejmuje: 30% mieszkańców dużych miast, 45% mieszkańców miast średnich oraz 25% mieszkańców małych miast.

Różnica między rzeczywistym poziomem hałasu w nocy a 45 dB jako wartością krytyczną jest podstawą do obliczenia głośności odczuwalnej D (w sonach):

$$D = 1,072^{L-45}, \quad (9)$$

gdzie: L – średni poziom hałasu powyżej 45 dB.

Zatem ekwiwalentny koszt hałasu K_h wynosi:

$$K_h = k * \sum_{i=1}^n M_i * D_i, \quad (10)$$

gdzie:

k – koszt jednostkowy przypadający na mieszkańca,

M_i – liczba mieszkańców i -tej strefy hałasu,

D_i – odczuwalna głośność i -tej strefy o średniej wartości poziomu dźwięku L w tej strefie,

n – liczba stref hałasu.

Oprócz hałasu do znaczących zagrożeń ekologicznych powstałych w trakcie oddziaływania transportu na środowisko zaliczamy emisję spalin powodującą zanieczyszczenia środowiska gazami i substancjami szkodliwymi dla ludzi i innych organizmów żywych.

Stopień toksyczności poszczególnych składników spalin samochodowych jest bardzo zróżnicowany. Jeżeli przyjmie się za poziom odniesienia szkodliwość tlenku węgla (CO), to skala toksyczności (według Instytutu Drogowego w Kolonii) jest następująca:

$$\text{CO} - 1, \text{ sadza} - 67, \text{ SO}_x - 71, \text{ CH} - 103, \text{ NO}_x - 125, \text{ Pb} - 5000.$$

Podjęcie decyzji co do zasadności budowy danego systemu sterowania ruchem będzie uzasadnione, gdy wartość wskaźnika efektywności E będzie mniejsza od jedności ($E < 1$).

BADANIE EFEKTYWNOŚCI INWESTYCJI DROGOWEJ NA PRZYKŁADZIE OBSZAROWEGO SYSTEMU STEROWANIA SYGNALIZACJĄ ŚWIETLNA W SZCZECINIE

Szczeciński układ drogowy obsługiwany jest przez 135 sygnalizacji świetlnych w kilku istotnych ciągach komunikacyjnych, z czego tylko 5 sygnalizacji działa w trybie skoordynowanym (WND-RPZP.06.05.00-32-001/10), zaś kilka najważniejszych ciągów działa w trybie skoordynowanym, lecz bez powiązania z pozostałymi sygnalizacjami. Najważniejszymi ciągami komunikacyjnymi przebiegającymi przez Szczecin są te, które powiązane są z drogami krajowymi odpowiedzialnymi za tranzyt. Aby wykazać ekonomiczne korzyści z zastosowania systemów telematycznych w Szczecinie, można wdrożyć projekt polegający na obszarowym sterowaniu i skoordynowaniu sygnalizacji świetlnych, które obsługują główne ciągi komunikacyjne miasta. Zastosowanie tablic zmiennej treści, czujników monitorowania ruchu, a także inteligentnych sterowników sygnalizacji podniesie płynność ruchu, zmniejszy liczbę kolizji i wypadków drogowych.

Najczęściej zdarza się, że podczas budowy, przebudowy lub modernizacji infrastruktura telematyczna w ogóle nie jest brana pod uwagę, co skutkuje podniesieniem kosztów instalacji systemów telematycznych ze względu na konieczność instalowania ich w odrębnej inwestycji.

W analizowanym przykładzie przy oszacowaniu kosztów i korzyści wdrożenia pod uwagę wzięto wyłącznie zakres budowy infrastruktury telematycznej na określonej liczbie skrzyżowań wraz z niezbędnymi połączeniami. Obliczeń efektywności dokonano, wykorzystując uproszczony wskaźnik efektywności inwestycji nieprodukcyjnych (IBDiM, 2008a; 2008b, s. 8–45). Na podstawie kompleksowego badania ruchu dla miasta Szczecina (2010/S 33-047607) przeprowadzono analizę kosztów przewozów wykonywanych przed wdrożeniem rozwiązań telematycznych oraz oszacowano korzyści z ich zastosowania. Do obliczeń wskaźnika przyjęto stopę dyskontową 5%. Horyzont czasowy oszacowania, jaki został przyjęty, to okres 3 lat.

Projekt dotyczy wyposażenia 30 skrzyżowań dróg w sygnalizację świetlną sterowaną obszarowo. Skrzyżowania te znajdują się w kluczowych miejscach ciągów komunikacyjnych, oraz należy wyposażyć je w niezbędną infrastrukturę telematyczną. Ze względu na lokalizację na terenie miejskim, a także przeplatanie się ruchu tranzytowego z ruchem lokalnym występuje także w sporej ilości tabor ciężarowy. Jego udział z roku na rok wzrasta. Wszystkie te uwarunkowania determinują powstawanie wypadków, kolizji oraz zatłoczenie na ulicach Szczecina. Ze względu na ograniczone możliwości rozbudowy infrastruktury drogowej wariant z zastosowaniem rozwiązań telematycznych wydaje się najbardziej atrakcyjny. Dodatkowym atutem obniżającym koszty wdrożenia jest funkcjonujące centrum SZR (System Zarządzania Ruchem) w Szczecinie, które z założenia będzie mogło obsługiwać dodatkowe urządzenia telematyczne. W tabelach 2, 3, 4 i 5 przedstawiono niezbędne wyposażenie i szacunkowy koszt poszczególnych elementów wymaganych do stworzenia działającego systemu zarządzania sygnalizacją świetlną.

Tabela 2. Wykaz urządzeń i elementów wyposażenia i ich koszt (bez VAT)

Nazwa	Liczba na skrzyżowanie	Cena/szt. [zł]	Wartość [zł]
Detektor mikrofalowy	4	10 000	40 000
Sterownik sygnalizacji świetlnej	1	60 000	60 000
Kamera CPR	4	10 000	40 000
Tablice VMS	4	6000	24 000
Stelaż do tablicy	4	3000	12 000

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Wymagane długości infrastruktury teletechnicznej łączącej sygnalizacje (bez VAT)

Nazwa ciągu komunikacyjnego	Długość ciągu [km]	Koszt ułożenia infrastruktury [zł]
Wojska Polskiego	5,46	109 200
Żołnierska>Mickiewicza	5,44	108 800
Szeroka>Taczaka>26 Kwietnia	5,06	101 200
Ku Słońcu	4,82	96 400
13>Pl.Szar. Szeregów	8,64	172 800
Kolumba>Firlika	4,33	86 600
Hoża>Br. Królewska	4,53	90 600
Al. Piastów>Wyszyńskiego	1,99	39 800
Trasa Zamkowa>Płonia	15	300 000

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Koszty poszczególnych składowych inwestycji zgodnie z równaniem (3) (bez VAT)

Składowe koszty inwestycji	Wartość kosztów inwestycji [zł]
K_p	300 000,00
K_w	8 785 400,00
K_i	1 080 000,00
K_t	180 000,00
K_o	90 000,00
K_d	180 000,00
I	10 615 400,00

Źródło: opracowanie własne.

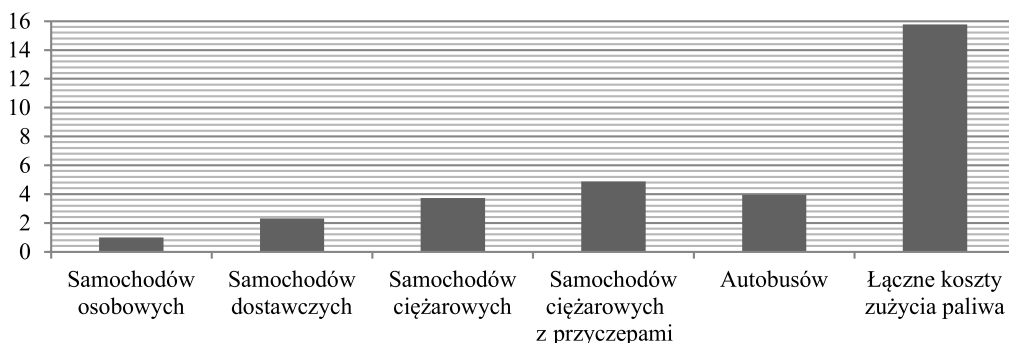
Do obliczenia pozostałych kosztów oraz oszacowania przewidywanych korzyści przyjęto prognozy i wartości zawarte w instrukcji (IBDiM, 2008a), które zaprezentowano w tabeli 5.

Tabela 5. Wartości rocznych kosztów eksploatacyjnych systemu przyjętych do obliczeń na podstawie równania (4) (bez VAT)

Roczne koszty eksploatacyjne	Wartość rocznych kosztów eksploatacyjnych [zł]
K_z	210 000,00
K_k	64 800,00
K_m	18 000,00
K_b	3000,00
K_e	295 800,00

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 2 przedstawiono obliczone koszty eksploatacyjne dla poszczególnych grup pojazdów pokonujących określone w tabeli 3 ciągi komunikacyjne.



Rysunek 2. Koszty eksploatacji pojazdów wyrażone równaniami (5) i (6) [mln zł] (bez VAT)

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzony rachunek przewidywanych korzyści z wdrożenia obszarowego systemu sterowania ruchem zgodnie z równaniem (5) i tabelą 6 pozwala określić wartość W równą 24 069 572,76 zł. Ze względu na dużą obszerność obliczeń prowadzących do wyznaczenia wartości składowych równania (5) w opracowaniu tym pominięto ich prezentację.

Tabela 6. Wartości rocznych korzyści systemu przyjętych do obliczeń na podstawie równania (5) (bez VAT)

Składowe korzyści systemu	Wartość rocznych korzyści [zł]
W_p	15 890 000,00
W_t	1 848 571,7
W_w	1 043 158,98
W_h	1 690 000,00
W_{pw}	3 597 842,00

Źródło: opracowanie własne.

PODSUMOWANIE

Obliczony uproszczony wskaźnik efektywności ekonomicznej inwestycji wynosi 0,15 – tym samym jest dużo niższy od 1, a przez to wdrożenie rozwiązania pod nazwą obszarowy system sterowania sygnalizacją jest jak najbardziej uzasadnione pod względem ekonomicznym. Przedmiotowa inwestycja umożliwiłaby zmniejszenie kongestii, a także wymierne oszczędności kosztów zewnętrznych, a co za tym idzie – poprawę jakości i komfortu życia mieszkańców. Projektowanie i wdrażanie systemów zarządzania ruchem jest przedsięwzięciem inwestycyjnym o dużej efektywności ekonomicznej. Mając na uwadze permanentny postęp w dziedzinie telematyki, umożliwi ich wykorzystanie w przyszłości poprzez ewentualną zmianę sterowników lub metod detekcji potoków ruchu. Również centrum sterowania może być w łatwy sposób modernizowane poprzez implementację nowszych algorytmów kierowania i kontroli. Projektowane i wdrażane systemy powinny uwzględniać dalszą rozbudowę i postęp nauki w tej dziedzinie ze względu na wciąż zmieniające się potrzeby wielu grup interesariuszy.

LITERATURA

- 2010/S 33-047607, Kompleksowe Badania Ruchu w Szczecinie (2010). Szczecin.
- GIOŚ (2014). *Gromadzenie, weryfikacja i analiza danych dot. klimatu akustycznego środowiska oraz opracowywanie raportów*. Załącznik nr 1 do Zadania 1. Warszawa.
- GUS (2015). Bank Danych Lokalnych. Pobrane z: www.stat.gov.pl (1.04.2016).
- IBDiM (2008a). *Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych dla dróg wojewódzkich*. Warszawa.
- IBDiM (2008b). *Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych dla dróg powiatowych*. Warszawa.
- Leśko, M., Guzik, J. (2000a). *Sterowanie ruchem drogowym. Sterowniki i systemy sterowania nadzoru ruchu*. Gliwice: Wyd. Politechniki Śląskiej.
- Leśko, M., Guzik, J. (2000b). *Sterowanie ruchem drogowym. Sygnalizacja świetlna i detektory ruchu pojazdów*. Gliwice: Wyd. Politechniki Śląskiej.
- Mueller, E.A. (1970). Aspects of the History of Traffic Signals. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, VT-19, 6–17.
- Nowacki, G. (2008). *Telematyka transportu drogowego*. Warszawa: Wyd. ITS.
- Ruchaj, M. (2012). *Algorytmy sterowania acykliczną sygnalizacją świetlną w zatłoczonej sieci drogowej*. Opole: Wyd. Politechniki Opolskiej.
- Salehi, M., Sepahvand, I., Yarahmadi, M. (2014). A Traffic Lights Control System Based on Fuzzy Logic. *International Journal Of U- and E-Service, Science and Technology*, 7 (3), 27–34. DOI/10.14257/ijunesst.2014.7.3.03.
- Sydney Coordinated Adaptive Traffic System* (2016). Pobrane z: www.scats.com.au (1.04.2016).
- „TRAKO” Wierzbicki i Wspólnicy S.j. (2016). *Zintegrowany Plan Zrównoważonej Mobilności dla Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego na lata 2016–2023*.
- WND-RPZP.06.05.00-32-001/10, System Zarządzania Ruchem w Szczecinie Etap I, Załącznik nr 8 do SIWZ, (2010). Szczecin.
- Wróblewski, T., Pęcherski, P., Kołkowski, M. (2013). SCATS Obszarowy System Sterowania Ruchem w Łodzi. *Inżynieria Ruchu Drogowego*, 3, 34–37.

The Implementation Proposal of Areal Management System of Traffic in Szczecin

ABSTRACT | In the article, the general assumptions of creating areal systems of urban traffic management and the assessment of economic efficiency of the enterprise were presented. The methodology of conduct was based on the determination of a quotient of exploitation costs and investment expenditure as a simplified indicator of economic efficiency for non-production investment. The case study of chosen communication streams of telecommunications engineering infrastructure in Szczecin was carried out on the basis of previously determined indicators regarding urban transport inconvenience, degradation of environment protection, fuel consumption, danger of accidents and investment efficiency. The carried out research showed that the value of the simplified indicator of economic efficiency for chosen communication streams of telecommunications engineering infrastructure in Szczecin is at the level of 0.15, which means that the proposed investment is fully justified.

KEYWORDS | urban traffic management costs

Translated by Anna Wolnowska