

**ROZWIĄZANIA W ZAKRESIE INFRASTRUKTURY I ORGANIZACYJNO-
TECHNICZNE SŁUŻĄCE PRZECIWDZIAŁANIU KONGESTII
W TRANSPORCIE MIEJSKIM
INFRASTRUCTURE AND ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SOLUTIONS FOR
REDUCING CONGESTION IN URBAN TRANSPORT**

Szymon MITKOW
szymon.mitkow@wat.edu.pl

Anna BORUCKA
anna.borucka@wat.edu.pl

Wojskowa Akademia Techniczna
Wydział Logistyki
Instytut Logistyki

Streszczenie: Zjawisko kongestii w miastach wpływa negatywnie na płynność przemieszczania, stanowiąc utrudnienie nie tylko dla obywateli, ale również dla rozwoju gospodarki, powodując zakłócenia w łańcuchu dostaw. Zwalczenie tego problemu wymaga indywidualnego podejścia, jednak istnieją pewne rozwiązania w zakresie infrastruktury, a także organizacyjno-techniczne, służące przeciwdziałaniu kongestii w transporcie, możliwe do zaadoptowania w większości miast. Wybrane z nich zostały przedstawione w niniejszym artykule.

Abstract: The congestion phenomenon in cities has a negative effect on the smoothness of movement, making it difficult not only for citizens but also for the development of the economy, causing disruption in the supply chain. The eradication of this problem requires an individual approach, but there are certain infrastructure solutions, as well as organisational and technical measures to tackle congestion transport, which can be adapted in most cities. The selected ones are presented in this article.

Słowa kluczowe: kongestia, zatłoczenie, przeciążenie sieci transportowej, infrastruktura miejska, tramwajowy transport towarów.

Key words: congestion, crowded, congestion of transport network, urban infrastructure, tram transport of goods.

WSTĘP

Problem kongestii jest jedną z najbardziej uciążliwych kwestii dotyczących dużych miast. Jest to zjawisko niepożądane, którego skutki dotyczą osoby korzystające z indywidualnego transportu, jak i użytkowników komunikacji publicznej. Dotyczy zarówno przewozów prywatnych jak i gospodarczych. Jej przyczyną jest niewydolność istniejącej infrastruktury i suprastruktury transportowej, w stosunku do istniejącej potrzeby przemieszczania znacznej liczby ludności. Kongestia wynika ze złej organizacji transportu, swoistego układu i zabudowy miasta, niedofinansowania infrastruktury transportowej, przeprowadzanych prac remontowych i konserwacyjnych, konieczności pobierania opłat za korzystanie z dróg lub parkingów, realizowanych kontroli pojazdów, ładunków itp. Występuje ona na liniach oraz w punktach transportowych (np. na dworcach). Sprawność czynności związanych z załadunkiem czy wyładunkiem towarów oraz wsiadaniem lub

wysiadaniem pasażerów silnie determinuje czas przewozu, a niefrasobliwość niektórych uczestników ruchu, czy obsługi zaplecza logistycznego powoduje jego wydłużenie, a także obniżenie jakości obsługi.

Skala problemu jest niezaprzeczalna i dlatego konieczne jest podjęcie inicjatyw zwiększających przepustowość miast. Jest to o tyle trudne, że wymaga przekonania obywateli do rezygnacji z zakorzenionych przyzwyczajeń, które uważają za najlepsze i niezastąpione. Ponadto niezbędne są inwestycje w infrastrukturę, a także kampanie i szkolenia, promujące nowe pomysły. W dalszej części artykułu przedstawiono wybrane rozwiązania, organizacyjno-techniczne oraz w zakresie infrastruktury, które mogą znacząco wpłynąć na zmniejszenie kongestii w miastach.

1. ROZWIĄZANIA W ZAKRESIE INFRASTRUKTURY TRANSPORTU W PRZECIWDZIAŁANIU KONGESTII

2.1 System „Parkuj i Jedź”

Rozwiązaniem, umożliwiającym zmniejszenie natężenia ruchu w mieście, jest system „Parkuj i Jedź” (ang. Park&Ride, w skrócie P&R lub P+R). Są to parkingi zlokalizowane przy węzłach komunikacyjnych, z reguły w peryferyjnych częściach miast, stworzone, aby zachęcić podróżujących do korzystania z komunikacji miejskiej (Rys. 1). Pierwsze z nich powstały w Wielkiej Brytanii w latach 60. XX wieku (Oxford Mail, 2013). W Polsce eksperymentalny obiekt został oddany do użytku w 2007 roku, a był to P+R Metro Marymont w Warszawie. Obecnie z takich parkingów mogą skorzystać mieszkańcy: Warszawy, Poznania, Wrocławia, Szczecina, Gdańska, Tychów oraz aglomeracji krakowskiej. Kolejne miasta natomiast ogłosiły już plany budowy lub nawet rozpoczęły prace, czemu sprzyja dofinansowanie ze środków pozyskanych z Unii Europejskiej. Głównymi celami tego systemu są:

- zmniejszenie wielkości ruchu samochodowego w miastach;
- zmniejszenie negatywnego wpływu transportu na środowisko;
- zmniejszenie inwestycji drogowych oraz parkingowych w centrach miast.



Rysunek 1. Parking parkuj i jedź (P+R) w Warszawie

Źródło: <http://www.ztm.waw.pl>

System dedykowany jest osobom dojeżdżającym do pracy z pobliskich miejscowości. Opiera się na założeniu, że podróżujący dociera do parkingu, na którym pozostawia swój pojazd, a dalej porusza się komunikacją miejską. Dzięki temu zmniejsza się natężenie samochodów w centrum miasta. Warunkiem bezpłatnego parkowania jest posiadanie w chwili wyjazdu ważnego biletu komunikacji miejskiej.

2.2 Zintegrowane systemy zarządzania ruchem – inteligentne systemy transportowe w przeciwdziałaniu kongestii w mieście

Innym rozwiązaniem jest zastosowanie systemów telematycznych, kierujących ruchem w czasie rzeczywistym w zależności od jego natężenia, które szczególne zastosowanie mają na skrzyżowaniach, gdzie na podstawie detekcji liczby pojazdów, nadjeżdżających z różnych stron, następuje sterowanie sygnalizacją świetlną.

Systemy zarządzania ruchem określa się jako ATMS (ang. Advanced Traffic Management Systems). W odniesieniu do systemów sterowania ruchem drogowym używa się określenia ATCS (ang. Advanced/Area/Adaptive Traffic Control System). ATMS jest to zbiór technologii, zaimplementowanych w jednym systemie, umożliwiających kompleksowe monitorowanie i zarządzanie ruchem drogowym w sieciach transportowych rozległych obszarów metropolitalnych. Celem budowy systemu sterowania obszarowego, niezależnie od tego czy jest to tylko system ATCS czy rozbudowany ATMS, jest zwiększenie efektywności systemu transportowego, w tym przypadku układu drogowego. Systemy

zarządzania i sterowania ruchem drogowym stosuje się głównie w wybranych korytarzach transportowych, charakteryzujących się znacznym wolumenem natężenia ruchu oraz w obszarach występowania kongestii ruchu. Systemy obszarowego sterowania ruchem mogą być dwojakiego rodzaju. Pierwszym z nich są systemy tzw. „wyspowe” (jest to tzw. sieć zamknięta, ang. island solutions). Dyrektywa europejska nr 2010/40/EU z lipca 2010 r. zaleca unikanie rozwiązań typu wyspowego (Directive 2010/40/EU, 2010). Zgodnie z tą dyrektywą sposobem wdrożenia systemu obszarowego ma być dążenie do sterowania ruchem na jak największym obszarze układu drogowego. Koncepcja tzw. sieci otwartej zakłada, że obszar sterowania układem drogowym każdorazowo może być ewolucyjnie rozszerzany poprzez włączanie w zakres jego oddziaływania nowych skrzyżowań. Rozwój sterowania obszarowego w takim wypadku następował będzie poprzez skalowanie zasięgu terytorialnego systemu. Sterowanie obszarowe ruchem drogowym jest zastosowaniem wybranego algorytmu, celem optymalnego rozkładu potoków ruchu w sieci. W systemach sterowania obszarowego, oprócz funkcji podstawowych, stosuje się szereg zróżnicowanych technologii, w postaci modułów funkcjonalnych, takich jak m. in. (Krawiec, Celiński, 2010):

- PGS (ang. Parking Guidance Systems - system kierowania pojazdów na parkingi),
- GPS Taxi Dispatching - optymalizacja obiegu taksówek,
- Real-time bus information at the stop- system informacji w transporcie publicznym,
- Adaptive Traffic Management- system priorytetów dla komunikacji zbiorowej,
- Octopus- system bezprzewodowej kontroli i rozliczania biletów i wiele innych.

Na podstawie badań modułów funkcjonalnych systemów obszarowego sterowania ruchem (Hough, Bahe, Murphy, Swenson, 2002) stwierdzono, że: 42% systemów wykorzystuje Scheduling&Dispatch (S&D) – który dzięki kontroli położenia środków transportu komunikacji publicznej, monitoruje i modyfikuje trasy przejazdu tych pojazdów. Kolejnym systemem jest użytkowany w 27% przypadków GIS (ang. Geographic Information System). Kolejno 19% systemów obszarowych-miejskich w USA używa EFC – Ellectronic Fare collection.- systemów elektronicznych rozliczania opłat za przejazd, 12% systemów używa AVL- (ang. Automatic Vehicle Locator)- systemów lokalizacji pojazdów komunikacji zbiorowej w sieci. Kolejno, 8% używa systemu ATI- (ang. Automated Trip Itinerary) – ułatwiającego pasażerom wybór trasy w sieci, 6% to udział systemu IVA- (ang. In-vehicle Anouncer) - odpowiadającego za komunikaty wygłaszane w środkach komunikacji zbiorowej. Poniżej 5% udziału w systemach obszarowych zlokalizowanych na terytorium USA mają

odpowiednio: APC- Automatic Passanger Counter – liczniki pasażerów, bramki zliczające, Kiosk- terminale informacji dla podróżnych, SP-Signal Priority- systemy wymuszania pierwszeństwa ruchu z pomocą sygnalizacji, VMS-Variabbe Messenger Sign – systemy zmiennego oznakowania.

Optymalne zarządzanie interwałami czasu, jeżeli dodatkowo dotyczy dłuższego odcinka drogi (kilku skrzyżowań), w znacznym stopniu wpływa na przepustowość, a nie wymaga przebudowy infrastruktury. Rozszerzeniem zastosowania telematyki jest koncepcja elastycznych pasów ruchu, dotycząca głównie dróg prowadzących do miasta. Zazwyczaj w godzinach porannych przeciążone są drogi dojazdowe a w popołudniowych wylotowe z miasta. Jeżeli każda z nich dysponuje co najmniej dwoma pasami ruchu, istnieje możliwość przełączania kierunku na danym pasie w zależności od potrzeby wynikającej z natężenia (Kulińska, 2014). Taki zmienny kierunek jazdy pozwoliłby na pełne wykorzystanie przepustowości istniejących rozwiązań, bez konieczności ponoszenia kosztów na budowę nowej drogi. Elastyczne pasy ruchu mogą być stosowane także w miejscach trudnych do przebudowy lub poszerzenia, jak np. tunele, wiadukty itp.

O przewadze tej idei świadczy też fakt, że poszerzanie i zwiększanie ilości dróg nie zawsze przynosi oczekiwany efekt, a często wręcz odwrotnie. Zjawisko takie, opisano jako Paradoks Braessa, a także Prawo Lewisa-Mogridge'a.

Dietrich Braess, niemiecki matematyk, jest twórcą teorii zdecydowanie sprzecznej z intuicją, jednak znajdującej potwierdzenie w rzeczywistości. Zgodnie z jej założeniem, budowanie nowych odcinków dróg w mieście wpływa niekorzystnie na płynność ruchu powodując, że czasy przejazdu są dłuższe (Braes, 1968). Natomiast opisana przez Davida Lewisa i Martina Mogridge'a zależność mówi o tym, że inwestycje związane z poszerzeniem drogi przyniosą zamierzony skutek, jednak będzie on trwał od kilku tygodni do maksymalnie kilku miesięcy. Po upływie tego czasu korki zaczną tworzyć się na nowo, przepustowość się zmniejszy, a czas przejazdu wydłuży. Dzieje się tak dlatego, że sukcesywnie przybywa nowych kierowców, zachęconych perspektywą niezakłóconego przejazdu. Będą nimi zarówno ci, którzy korzystali dotychczas z tras alternatywnych, ale także użytkownicy transportu publicznego, którzy skuszeni perspektywą wygodniejszego dojazdu rezygnują z autobusów i pociągów na rzecz własnego samochodu. W ten sposób każdy usprawniony odcinek zostaje wypełniony, ponownie potrzebując interwencji (Lewis, 1977; Mogridge, 1990).

Kolejni naukowcy (Youn, Gastner, Jeong, 2007) w swoich dociekaniach posuwają się jeszcze dalej sugerując, że poprawę płynności ruchu w miastach można osiągnąć poprzez zamknięcie wskazanych odcinków dróg. Powoduje to, ich zdaniem, konieczność zmiany przyzwyczajień kierowców i poszukiwania nowych tras, a ponieważ wybory będą zróżnicowane, też ze względu na inne cele podróży, w efekcie ruch zostanie rozłożony na większą liczbę ulic, poprawiając tym samym płynność przejazdu. Podkreślają również, że jeśli istnieje trasa powszechnie uważana za najkrótszą na danym obszarze (podają przykład mostu) to kierowcy, kierując się osiągnięciem indywidualnych korzyści, na pewno ją wybiorą, co jednak nie jest rozwiązaniem najlepszym dla społeczeństwa. W ten sposób wszyscy kierują się na ten sam odcinek i finalnie czas przejazdu jest zdecydowanie dłuższy, niż gdyby decydowali się na przejazd alternatywnymi drogami, rozładowując w ten sposób ogólne zatłoczenie.

Dlatego zasadną inicjatywą wydaje się poszerzanie chodników i tworzenie ścieżek rowerowych kosztem zwięźzania jezdni, a nawet częściowe zamykanie dróg dla samochodów, co ma np. miejsce na warszawskim Nowym Świecie i Krakowskim Przedmieściu w każdy weekend w okresie od marca do października, lub całkowita rezygnacja z ruchu pojazdów jak np. w stolicy Korei Południowej, gdzie główną drogę miasta zamieniono w deptak, ograniczając dzięki temu zanieczyszczenie powietrza w centrum o 65 procent (Gawin, 2015).

2. ROZWIĄZANIA ORGANIZACYJNO-TECHNICZNE PRZECIWDZIAŁANIU KONGESTII W MIEŚCIE

2.1 Nocna dystrybucja towarów w mieście

Innym czynnikiem powodującym powstawanie zatorów jest dystrybucja realizowana przez samochody ciężarowe. Najczęściej stosowaną metodą, ograniczającą ruch takich pojazdów, są wprowadzane restrykcje dotyczące głównie granicznych wymiarów pojazdów, dopuszczalnej masy całkowitej lub godzin dostaw. Dobrym przykładem są pomysły wykorzystane w Paryżu oraz Barcelonie. W stolicy Francji wprowadzono zakaz poruszania się samochodów ciężarowych w centrach miast, które przekraczają 12 m długości, między godziną 7:30 a 19:00. Pojazdy, które nie spełniają tego kryterium, mają specjalnie wyznaczone drogi lub są kierowane na obwodnice. Dostawy do sklepów realizowane są wyłącznie w wąskich oknach czasowych (Igliński, 2009). W Barcelonie natomiast wprowadzono system nocny. Większość dostaw do sklepów jest realizowana pomiędzy 23:00 a 24:00 oraz 5:00 a 6:00. Dodatkowo stworzono specjalne procedury rozładunku, dzięki

którym cały proces jest jak najmniej odczuwalny dla mieszkańców. W tym celu dokonano adaptacji terenu oraz urządzeń przeładunkowych, które obejmowały (Mężyk, 2016):

- wyłożenie rampy przeładunkowej i powierzchni załadkowej matami wyciszającymi;
- zastosowanie cichego systemu pneumatycznego podnoszenia (rampa i wózek widłowy);
- zastosowanie kół niskoszumowych do wózków dowożących towar.

2.2 Przykłady wykorzystania tramwajowego transportu towarów

Mieszkańcy aglomeracji miejskich są przyzwyczajeni do wykorzystania tramwajów jako środka komunikacji pasażerskiej. Jednak w rzeczywistości ten rodzaj transportu coraz częściej jest wykorzystywany również do przewozu ładunków. Taki system jest od lat realizowany w niektórych miastach w Europie. Jest to specjalistyczny tramwaj, który przewozi w aglomeracji towary różnego typu. Przeważnie są to: części zamienne do samochodów, podzespoły do maszyn i urządzeń, wyroby elektroniczne oraz drobne towary. Asortyment wynika z bieżącego zapotrzebowania poszczególnych przedsiębiorstw, będących na trasie traktacji tramwajów. Tego typu dostawy dokonywane są przez całą dobę i dostosowane do potrzeb klientów i firm. Rozwiązanie bardzo dobrze funkcjonuje w przypadku rozlokowania magazynów czy też hal produkcyjnych w różnych dzielnicach miasta, tam, gdzie sieć linii tramwajowej jest dostępna (Płaczek, Górski, Zielony, 2016).

Aby idea tramwaju towarowego była stosowana w większej ilości miast oraz mogła się rozwijać, przewozy te powinny spełniać niezbędne wymagania (Stajniak, 2013):

- pierwszeństwo ruchu osobowego,
- zachowanie bezpiecznej odległości od składu osobowego,
- dopuszczalna prędkość maksymalna,
- maksymalna masa pojedynczego wagonu,
- specjalne oznakowanie tramwaju i wagonów,
- sposób kursowania i obsługi,
- wyznaczenie miejsc załadunku i rozładunku,
- włączanie się do ruchu,
- rodzaj przewożonych ładunków.

Przy wprowadzeniu towarowego tramwaju do aglomeracji miejskiej konieczne jest zapewnienie odpowiednich warunków technicznych, które zapewnią sprawne i bezawaryjne funkcjonowanie. Możemy do nich zaliczyć m.in.:

- odpowiedni nacisk na oś,

- minimalny dopuszczalny promień łuku skrętu,
- znormalizowane jednostki ładunkowe,
- przystosowanie do skrajni,
- przystosowanie infrastruktury (dostosowanie rozstawu szyn do zastosowanego taboru),
- zapewnienie właściwego rodzaju taboru.

Ważnym aspektem, koniecznym do uwzględnienia przy koncepcji tramwaju towarowego, są także uwarunkowania organizacyjne:

- technika przeładunku i niezbędne urządzenia,
- punkty przeładunkowe.

Wprowadzenie koncepcji transportu towarów za pomocą tramwajów niesie za sobą różnorodne efekty, można określić zarówno zalety jak i wady tego rozwiązania przedstawione w Tab. 1.

Tabela 1. Zalety i wady tramwaju towarowego

ZALETY	WADY
<ul style="list-style-type: none"> – ekologiczny środek transportu; – infrastruktura torowisk umożliwia wprowadzenie tramwaju do centrum miasta; – łatwość wdrożenia poprzez wykorzystanie istniejącej infrastruktury szynowej; – zlecenia transportowe mogą być realizowane na zamówienie oraz wg ustalonego harmonogramu. 	<ul style="list-style-type: none"> – ściśle powiązanie z funkcjonującą infrastrukturą sieci tramwajowej; – duża podatność na opóźnienia w ruchu (szeregowy ruch pojazdów po torze); – rytm jazdy podporządkowany ruchowi tramwajów osobowych.

Źródło: Stajniak, 2013.

Obecnie zastosowanie tramwaju towarowego z powodzeniem funkcjonuje w wielu europejskich miastach m.in. Drezno, Zurych, Paryż oraz Wiedeń. Projekt CarGo Tram w Dreźnie powstał na potrzeby obsługi nowoczesnej fabryki Volkswagena nazywanej „Szklaną manufakturą”. Aby móc sprawnie dostarczać podzespoły do produkcji ze zlokalizowanego w pobliżu centrum logistycznego wykorzystywano specjalnie zaprojektowane ekologiczne tramwaje CarGo Tram. W obu tych punktach znajdują się bocznice tramwajowe oraz niezbędne rampy do załadunku i rozładunku towarów. Przykład

składu CarGo Tram przedstawiono na Rys. 2. Trasa przejazdu wynosi ok. 4 km, na jej pokonanie tramwaj potrzebuje 13-18 min, a prace dodatkowe związane z przeładunkiem mogą trwać ok. 20 min. Wprowadzenie takiego rozwiązania pozwala na systematyczną realizację dostaw przez centrum miasta, nie kolidując przy tym z ruchem transportu publicznego oraz indywidualnego, a tym samym nie powodując kongestii.



Rysunek 2. Tramwaj towarowy CarGo Tram w Dreźnie

Źródło: <http://www.michaeltaylor.ca/trams/dresden/2001.html> (stan na: 06.01.2017r.).

Przykładem zastosowania takiego środka transportu jest także Wiedeń, gdzie na potrzeby miasta wprowadzono towarowy tramwaj GüTER BIM. Uniwersalna przyczepa daje możliwości przewozu różnych rodzajów ładunków, a liczba kursów uzależniona jest od potrzeb. Wiedeński GüTER BIM przedstawiono na Rys. 3.



Rysunek 3. Towarowy tramwaj GüTER BIM w Wiedniu

Źródło: <https://www.wien.gv.at/ma53/rkfoto/2005/622g.jpg> (stan na: 08.01.2017r.).

Obecnie, nie tylko w Warszawie, ale także w pozostałych miastach w Polsce, transport tramwajowy jest wykorzystywany jedynie w kilkudziesięciu procentach. Główną przyczyną takiego stanu są m.in. przewozy wyłącznie pasażerskie, odbywające się tylko w dzień. W celu poprawy efektywności wykorzystania taboru tramwajowego należałoby zwrócić uwagę na możliwość transportu ładunków, przewozy całodobowe czy też integrację linii tramwajowych z podmiejskimi centrami logistycznymi.

2.3 Kampanie społeczne na rzecz przeciwdziałania kongestii

Wpływ na wprowadzanie rozwiązań poprawiających przepustowość w miastach mają także władze miejskie i ich kampanie społeczne, zachęcające mieszkańców do podróżowania komunikacją publiczną. Przykładem są dni bez samochodu, kiedy każda osoba może bezpłatnie korzystać z dostępnych form przejazdu. Takim dniem jest np. 22 września, czyli „Światowy (a także Europejski) dzień bez samochodu”. Projekt ten został zapoczątkowany w 1994 roku w Hiszpanii. Polska włączyła się do udziału w 2004 roku, organizując (np. w Warszawie) takie dni również doraźnie, w reakcji na wysokie wskazania dotyczące zanieczyszczenia powietrza. Niestety nie wszystkie miasta zdecydowały się na przystąpienie do tego projektu.

Takie inicjatywy mogą silnie wpływać na decyzje o sposobie przemieszczania, dlatego warto organizować wszelkiego rodzaju festyny, happeningi, konferencje i szkolenia, których zadaniem będzie nie tylko wskazywanie konsekwencji wynikających z zatłoczenia miast, ale również kształtowanie preferencji i zachowań komunikacyjnych, poprzez wskazywanie alternatywnych rozwiązań i ich walorów.

2.4 Wybrane rozwiązania przeciwdziałania kongestii na świecie

Walka z kongestią jest podejmowana na całym świecie, czasem za pomocą zaskakujących metod. Na przykład w Pekinie, każdy może uzyskać prawo jazdy i kupić samochód, jednak możliwość jego zarejestrowania, a więc i użytkowania, przydzielana jest w drodze losowania z ograniczonej puli, może to skutkować oczekiwaniem na pozwolenie nawet kilka lat. W Paryżu, pod rygorem mandatu, w określone dni zabroniono wjazdu pojazdom o nieparzystym numerze rejestracyjnym, na zmianę z parzystymi. Dość popularne są rozwiązania ograniczające ruch pojazdów starych, o zwiększonej emisji spalin. Zakaz wjazdu samochodów niespełniających ekologicznych wymagań do wyznaczonych obszarów wprowadzono np. w Berlinie i Mediolanie. Zastosowanie ograniczeń strefowych dotyczy także rodzimych miast (np. Katowice, Poznań czy Radom), gdzie powstały tzw. strefy TEMPO 30, ograniczające maksymalną dopuszczalną prędkość do 30 km/h. Jednak korzyści

mogą przynieść również najprostsze rozwiązania, ułatwiające przemieszczanie. Są to specjalne aplikacje informujące o natężeniu ruchu i utrudnieniach wynikających z kolizji drogowych, a także o rozkładach jazdy komunikacją miejską, wolnych miejscach parkingowych czy nawet poziomie zanieczyszczeń, który może skutecznie zniechęcić do używania samochodu. Taką rolę informacyjną mogą także pełnić wspomniane systemy telematyczne, wykorzystywane do wyświetlania komunikatów ostrzegawczych na autostradach lub informacji o nadjeżdżających autobusach czy tramwajach na przystankach.

WNIOSKI

Problem przepustowości dotyczy przede wszystkim dużych miast i aglomeracji. Narasta on z każdym rokiem, co jest spowodowane rozwojem komunikacyjnym, coraz większą liczbą pojazdów na drogach oraz wzrastającą populacją ludności pracującej lub mieszkającej w miastach. Utrata wydolności miejskiego systemu transportowego powoduje niekorzystne konsekwencje gospodarcze, społeczne i ekologiczne. Istnieją jednak rozwiązania w zakresie infrastruktury i organizacyjno-techniczne służące przeciwdziałaniu kongestii w transporcie miejskim. W artykule przedstawiono jedynie wybrane z nich, podkreślając jednocześnie, że nie ma uniwersalnego rozwiązania i każde miasto musi wypracować własną strategię. Warto jednak bazować na sprawdzonych pomysłach i inspirować się rozwiązaniami stosowanymi w innych miastach, gdyż każda, nawet najmniejsza inicjatywa może wpłynąć pozytywnie na poprawę płynności ruchu.

LITERATURA

1. Igliński, H. (2009). Ograniczanie poziomu kongestii transportowej a zrównoważony rozwój miast. Poznań: Katedra Logistyki Międzynarodowej.
2. Mendyk, E. (2009). *Ekonomika Transportu*. Poznań: Wyższa Szkoła Logistyki.
3. Mogridge, M. J. H. (1990). *Travel in towns: jam yesterday, jam today and jam tomorrow?* Basingstoke: Macmillan.
4. Stajniak, M. (2013). Nowoczesne łańcuchy dostaw jako wsparcie logistyki miejskiej. Radom: Wyższa Szkoła Logistyki.
5. Świdorski A. : Modelowanie oceny jakości usług transportowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Prace naukowe – transport, z. 81, Warszawa 2011 .
6. Szymczak, M. (2008). *Logistyka miejska*. Poznań: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu.
7. Hough, J.A. Bahe, C. Murphy, M. Swenson J. (2002). *ITS: helping public Transit support welfare to work initiatives*. Fargo: Upper Great Plains Transportation, Institute North Dakota State University.
8. Braess, D. (1968). Uber ein Paradoxon der Verkehrsplanung. *Mathematical Methods of Operational, nr 12(1)*.
9. Braess, D. Nagurney, A. Wakolbinger, T. (2005). On a Paradox of Traffic Planning. *Transportation Science, nr 39(4)*.
10. Krawiec, S. Celiński, I. (2010) .Alternatywny rozwój systemów obszarowego sterowania ruchem drogowym. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport, Zeszyt nr 73/2010*.
11. Kulińska, E. Rut, J. Partyka, P. (2014). Ograniczenia zjawiska kongestii z wykorzystaniem elastycznych pasów ruchu, *Logistyka, nr 2*.
12. Lewis, D. (1997). Estimating the influence of public policy on road traffic levels in greater London. *Journal of Transport Economics and Policy, nr 11*.
13. Mężyk, A. Zamkowska, S. (2016). Problemy obsługi logistycznej miast w zakresie dostaw ładunków, *Logistyka nr 6*.
14. Płaczek, J. Górski, P. Zielony, M. (2016). Możliwości wykorzystania towarowego tramwaju w logistyce miejskiej (na przykładzie m.st. Warszawy), *GMiL nr 10/2016*.
15. Youn, H. Gastner, M. (2008). The Price of Anarchy in Transportation Networks: Efficiency and Optimality Control. *Physical Review Letters nr 101* .

16. Foltin P., Gontarczyk M., Świdorski A., Zelkowski J.: Evaluation model of companies operating within logistic network. *Archive of Transport. Polish Academy of Sciences Committee of Transport*, Volume 36, issue 4, Warsaw 2015, s. 21-33.
17. Świdorski A., Kamiński T., Zelkowski J.: Aspekty inteligentnych systemów transportowych w miastach. *GOSPODARKA MATERIAŁOWA & LOGISTYKA* nr 5/2016, Warszawa 2016, s. 697-707.
18. Świdorski A., Wrzos J.: Logistyczne kryteria jakości przewozów pasażerskich. *GOSPODARKA MATERIAŁOWA & LOGISTYKA* nr 5/2015, Warszawa 2015, s. 709-718.
19. European Parliament of the Council. (2010). *Directive 2010/40/EU*.
20. Gawin, M. (2015). *Jak walczyć z korkami i spalinami? 7 przykładów ze świata*. <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Jak-walczyc-z-korkami-i-spalinami-7-przykladow-ze-swiata-7278524.html> (24.01.2018).
21. Oxford Mail. (2013). *How Oxford led the way to create Park and Rides*, <http://www.oxfordmail.co.uk/news/10859209.display/> (24.01.2018).