

# INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA W OBSZARZE ZARZĄDZANIA MIEJSKIM TRANSPORTEM TOWAROWYM

Stanisław IWAN

**Streszczenie:** Dynamiczny rozwój miast i rosnąca liczba ich użytkowników implikuje zwiększone zapotrzebowania na przewozy ładunków i przyczynia się do zwiększenia strumieni przepływów logistycznych na ograniczonej powierzchni. Obecnie realizuje się je zwykle w sposób nieskoordynowany i chaotyczny, a próby ich organizowania, zarządzania nimi i optymalizacji są niezwykle trudne. Określenie potrzeb informacyjnych w obrębie miejskiego transportu towarowego, a także zależności pomiędzy nim a pozostałymi elementami systemu transportowego miasta umożliwi zapanowanie nad rosnącym nieuporządkowaniem w tym obszarze oraz pozwoli na jego rozwój zgodnie z zasadami rozwoju zrównoważonego.

**Słowa kluczowe:** zarządzanie transportem, system transportowy, miejski transport towarowy, logistyka miejska, systemy telematyczne, technologie informacyjne

## 1. Wprowadzenie

Dynamiczny rozwój miast oraz rosnące potrzeby i wymagania w zakresie zapewnienia czynników dobrobytu dla ich użytkowników (mieszkańców, przedsiębiorstw, gości je odwiedzających) sprawiają, że problematyka sprawnego funkcjonowania miejskiego transportu towarowego, rozumianego jako komercyjne oraz indywidualne przewozy towarowe realizowane w obrębie obszaru miasta na potrzeby zarówno sektora prywatnego i publicznego, jak również gospodarstw domowych (przy uwzględnieniu dostaw dóbr w ramach funkcjonowania handlu elektronicznego), nabiera szczególnego znaczenia. Kluczowe staje się w związku z tym podejmowanie działań pozwalających na efektywne implementowanie rozwiązań usprawniających i optymalizujących realizację przewozów i dystrybucję ładunków w miastach. Ich głównym inicjatorem i gestorem powinna być gmina, która przez swoją aktywną politykę w zakresie organizacji systemu transportu towarowego musi zmierzać do wypracowywania konsensusu, uwzględniającego potrzeby zgłaszane przez różne grupy interesariuszy. Mówiąc o miejskim transporcie towarowym należy zatem w wymiarze podmiotowym przymiotnik „miejski” rozumieć jako „organizowany przez miasto”, a nie „realizowany w obrębie miasta”.

W ostatnich latach znacznie wzrosła dynamika wdrażania rozwiązań w zakresie racjonalizacji miejskiego transportu towarowego. Pojawiło się wiele przedsięwzięć, w ramach których podejmuje się działania, pozwalające na poprawę efektywności przewozów, ukierunkowane zarówno na aspekty analityczno-poznawcze, jak również na opracowywanie założeń wdrożeniowych oraz realizację praktyczne (m.in. projekty BESTUFS, SMARTFREIGHT, CITYMOVE, CITYLOG, CITY FREIGHT, SUGAR, STRAIGHTSOL, C-LIEGE). Znaczna część owych inicjatyw ukierunkowana jest na implementację oparte na innowacyjnych rozwiązaniach, wykorzystujących w szerokim zakresie technologie telematyczne i alternatywne sposoby realizacji dostaw.

Jednym z kluczowych czynników niezbędnych do zapanowania nad rosnącym brakiem uporządkowania w obrębie miejskiego transportu towarowego oraz warunkującym jego zrównoważony rozwój są efektywne przepływy danych pomiędzy poszczególnymi stronami zaangażowanymi w mniejszym lub większym stopniu w jego funkcjonowanie. Brak wiedzy na temat strumieni ładunków, kierunku ich przepływu, struktury itp. przyczynia się do trudności w zapanowaniu nad nimi i kierowaniu w sposób ograniczający ich negatywne oddziaływanie na organizm miejski, a w szczególności na środowisko i mieszkańców.

Uporządkowanie przepływów informacyjnych w obrębie miejskiego transportu towarowego jest zadaniem znacznie trudniejszym aniżeli w przypadku transportu osób. Podejmowane są próby sformułowania teoretycznych podstaw określania strumieni danych i ich zakresu, jednakże brak obecnie uniwersalnego modelu opartego na bezpośrednim badaniu potrzeb poszczególnych obiektów systemu.

## **2. Problemy zarządzania dostawami w miastach**

System miejskiego transportu towarowego jest systemem ze swej istoty charakteryzującym się dużą złożonością. Umiejscawiając go w obszarze systemu logistycznego miasta można przyjąć, że stanowi zbiór takich składowych, jak [1, str. 183]:

- operacje przewozowe;
- punkty składowania i sprzedaży, procesy związane z towarami oraz rodzaje wykonywanych przemieszczeń;
- rodzaje i wyposażenie związane z obsługą przepływów fizycznych;
- lokalizacja i zarządzanie podstawowymi strukturami niezbędnymi dla realizacji przepływów fizycznych, włączając w to procesy magazynowe dóbr przychodzących i wysyłanych;
- działania logistycznych systemów informacyjnych.

Jest to dynamiczny system otwarty o złożoności zdeterminowanej czterema kluczowymi elementami [2, str. 2]: przeznaczeniem i funkcjami, rozmiarem i konfiguracją, strukturą, włączając w to kompozycję i układ oraz rodzajem dynamiki. Charakteryzuje się przede wszystkim [por. 3, str. 49; 4, str. 107-108; 5, *passim*]:

- heterogenicznością, przejawiającą się mnogością elementów oraz podsystemów zaangażowanych w jego funkcjonowanie, ze szczególnym uwzględnieniem zróżnicowanych grup interesariuszy o często odmiennych oczekiwaniach i celach;
- wynikającą ze wskazanej wyżej cechy różnorodnością funkcji i procesów zachodzących w obrębie poszczególnych podsystemów;
- występowaniem licznych powiązań technicznych, ekonomicznych, organizacyjnych, prawnych, społecznych, kulturowych, ekologicznych;
- hierarchicznością podsystemów;
- zgodnością, czyli taką konstrukcją, która pozwala zapewnić właściwe wejścia i wyjścia dla procesów zasilania i interakcji, dostosowane do wejść i wyjść otoczenia;
- optymalizacją, przejawiającą się dążeniem do najlepszego dopasowania do wymogów otoczenia;
- niepewnością, wynikającą z dysponowania potencjałem o indywidualnych parametrach oraz działania w określonej i specyficznej konfiguracji otoczenia;

- zmiennością, związaną z możliwością zmieniania się liczby, rodzajów oraz wielkości elementów, a także powiązań między nimi;
- nieliniowością, powodującą możliwość wystąpienia efektu skali w poszczególnych podsystemach;
- nierównomiernością przestrzenną, obszarową, odcinkową i punktową;
- zróżnicowanym sterowaniem, realizowanym na różnych poziomach i przy uwzględnieniu różnego zakresu oddziaływania;
- adaptacyjnością, przejawiającą się zdolnościami do samoorganizacji i uczenia się;
- powtarzalnością, ciągłością i złożonością czasową procesów, wynikającą z faktu występowania zarówno procesów długo-, jak i krótkotrwałych oraz ich bezpośredniego oddziaływania na siebie, a także występujących często zależności między nimi.

Uwypuklając wchodzące w jego skład elementy (podsystemy), może zostać opisany jako:

$$S_{UFT} = (U, G_{n,m}, V, I_{n,m}, Z_{m,v}, R_{p,q}, R'_{e,p}) \quad (1)$$

gdzie:

- $S_{UFT}$  – system miejskiego transportu towarowego;
- $U$  – zbiór interesariuszy (użytkowników systemu), taki, że  $U = \{U_R, U_S, U_C, U_A\}$ , w którym:
  - $U_R$  – rezydenci,
  - $U_S$  – kontrahenci,
  - $U_C$  – przewoźnicy,
  - $U_A$  – administracja;
- $G_{n,m}$  – wielkość zapotrzebowania na dobra zgłaszana przez  $n$ -tego odbiorcę u  $m$ -tego dostawcy, gdzie  $n, m \in U$ ;
- $V$  – zbiór środków transportu (pojazdów dostawczych);
- $I_{n,m}$  – informacje pomiędzy interesariuszem  $n$  oraz  $m$ , gdzie  $n, m \in U$ ;
- $Z_{m,v}$  – zadania przewozowe realizowane przez dostawcę  $m$ , środkiem transportu  $v$ ;
- $R_{p,q}$  – zbiór relacji w obrębie systemu, gdzie  $p, q \in \{U, G_{n,m}, V, I_{n,m}, O_{m,v}\}$
- $R'_{e,p}$  – zbiór relacji z elementem  $e$  otoczenia  $E$ , gdzie  $e \in E$  oraz  $p \in \{U, G_{n,m}, V, I_{n,m}, O_{m,v}\}$ .

Dominującą rolę pełnią w nim **elementarne operacje przewozowe**  $o_{i,j,v}$  związane z realizacją dostaw dla wszystkich odbiorców obsługiwanych przez dany środek transportu  $v$  w ramach określonego zadania przewozowego  $Z_{m,v}$ .

W odniesieniu do miejskiego transportu towarowego na złożoność systemu wpływają zarówno czynniki związane ze zwiększonym zapotrzebowaniem na dobra i tym samym generujące znaczne potoki ruchu o charakterystyce utrudniającej ich koordynację (zróżnicowanych kierunkach przepływu, łączeniu wielu węzłów w strukturze sieci, częstym ich krzyżowaniu się itd.), jak również takie aspekty jak zróżnicowane wymagania interesariuszy (np. co do kosztów, oddziaływania na otoczenie, czasu realizacji dostaw, ograniczeń przestrzennych ruchu itd.), specyfika infrastrukturalna obszaru realizacji dostaw, decyzyjność zarządców dróg i miast itp. Obecnie przewozy towarowe w miastach odbywają się najczęściej w sposób nieskoordynowany i chaotyczny, co wynika w dużej mierze z tego, że [6, str. 86]:

- są one dokonywane przez niezależne podmioty, nastawione głównie na realizowanie własnych potrzeb i nieuwzględniające potrzeb innych;
- brak wiarygodnych danych o przewozach ładunków w miastach, zarówno zrealizowanych, jak i planowanych;
- większość dostępnych w literaturze teoretycznych modeli organizacji ruchu towarowego w miastach jest opracowana na bardzo ogólnym (abstrakcyjnym) poziomie i wymaga zastosowania wielu danych, których decydenci nie posiadają;
- przewozy pasażerskie i przewozy ładunków są realizowane w obszarze miejskim z wykorzystaniem tej samej infrastruktury liniowej i wspólnie wpływają na kształtowanie się kongestii;
- powszechnie wydaje się, że problemy powodowane przez przewozy ładunków można łatwo rozwiązać poprzez administracyjne ustalanie reguł zakazujących bądź nakazujących określone zachowania, np. w organizacji ruchu.

Zasadniczym czynnikiem utrudniającym zarządzanie miejskim transportem towarowym jest fragmentacja przewozów, wynikająca z wolumenu i struktury asortymentowej dostaw, zróżnicowanych okien czasowych (ang. *time windows*) ich realizacji, dyslokacji przestrzennej punktów odbioru oraz interakcji z drugim podsystemem transportowym miasta – transportem pasażerskim. Wpływa to bezpośrednio na kluczowy problem miasta – funkcjonowaniem całego systemu transportowego miasta – problem kongestii transportowej, postrzeganej zarówno jako zjawisko fizyczne związane ze sposobem, w jaki pojazdy utrudniają sobie nawzajem dostęp do ograniczonej przestrzeni drogowej, jak również powiązane z tym oczekiwania użytkowników w zakresie wydajności systemu drogowego [7, str. 28].

Trudności w zakresie przewozu i dystrybucji dóbr w miastach wynikają również w dużej mierze ze zróżnicowanych oczekiwań uczestników rynku przewozowego oraz innych jego interesariuszy. Dotyczy to głównie kontrahentów, przewoźników, rezydentów (mieszkańców, osób odwiedzających miasto, jak również w nim pracujących, ale mieszkających poza jego granicami) oraz administracji miejskiej [8, str. 3]. Każda z grup posiada własne priorytety i cele, które niejednokrotnie stoją w opozycji w stosunku do siebie. Podmioty do nich należące często w odmienny sposób postrzegają funkcjonowanie miejskiego transportu towarowego i zgłaszają często sprzeczne oczekiwania i potrzeby z nim związane, co przyczynia się do występowania wielu powiązań i dynamicznego oddziaływania na siebie znacznej liczby czynników.

## **2. Rozwiązania wspomagające zarządzanie miejskim transportem towarowym**

Rozwiązania stosowane w miejskim transporcie towarowym dzielone są zwykle na dwie zasadnicze kategorie [5, str. 122]:

- rozwiązania „miękkie” (ang. *soft measures*), ukierunkowane głównie na działania organizacyjne, promocyjne oraz związane z pozyskiwaniem informacji;
- rozwiązania „twarde” (ang. *hard measures*), w których stawia się zwykle na działania o charakterze infrastrukturalnym, oparte przede wszystkim na wdrażaniu nowych technologii, systemów technicznych i przedsięwzięć o dużej złożoności implementacyjnej (takich jak miejskie centra konsolidacyjne, huby przeładunkowe itp.).

Należy podkreślić, że w wielu przypadkach zaklasyfikowanie konkretnego rozwiązania do jednej z powyższych grup jest problematyczne. Wiele rozwiązań opartych jest bowiem na działaniach kompleksowych i zintegrowanych, posiadających zarówno cechy „miękkie”, jak i „twarde”. Dobrym przykładem jest wdrażanie zatoczek rozładunkowych, które z jednej strony wymagają decyzji administracyjnych i właściwej organizacji systemu udostępniania miejsc postojowych (w tym np. odpowiednich opłat), z drugiej zaś wiąże się często z wdrożeniem rozwiązań infrastrukturalnych, pozwalających na efektywne funkcjonowanie tego typu rozwiązania (wydzielenie właściwych miejsc postojowych, ich oznakowanie, wprowadzenie technicznych rozwiązań umożliwiających rezerwację postoju lub też egzekwowanie opłat).

Innym sposobem podziału, często wykorzystywanym w praktyce, jest podział na rozwiązania [5, str. 124]:

- typu *push*, narzucane na operatorów w celu oddziaływania na dostawy lub ich działalność operacyjną; można je podzielić na instrumenty finansowe (np. wyższe opłaty parkingowe i opłaty za przejazd) oraz ograniczenia techniczne i regulacyjne (np. ograniczenia dostępu); są ściśle związane z wydajniejszą i sprawliwszą wyceną transportu, zgodnie z którą od jego użytkowników (w tym operatorów przewozów towarowych) wymaga się ponoszenia proporcjonalnie większej rzeczywistych kosztów przejazdów, w tym kosztów zanieczyszczenia środowiska, wypadków oraz zużycia infrastruktury;
- typu *pull*, które mają na celu promować bardziej zrównoważony i energooszczędny ruch towarowy poprzez oferowanie operatorom lub spedytorom rozmaitych usług dodatkowych (np. wyspecjalizowanych map), udogodnień (np. preferencyjnego dostępu do zatoczek rozładunkowych dla pojazdów ekologicznych) lub zachęt (np. dostępu do preferencyjnych pasów ruchu); w wielu przypadkach rozwiązania te łączone są z kampaniami informacyjnymi i promocyjnymi mającymi na celu wzmocnienie ich skuteczności;
- mieszane (*push-&-pull*), uwzględniające kombinację obu wcześniej scharakteryzowanych typów działań i są ukierunkowane na zachęcanie do wykorzystywania określonych dobrych praktyk, przy jednoczesnym oddziaływaniu za pomocą fiskalnych lub technicznych narzędzi, mających zniechęcić do praktyk niepożądanych.

W kontekście obszarów zadaniowych, w obrębie których wykorzystywane są rozwiązania można natomiast za raportem *Study on Urban Freight Transport* wskazać sześć głównych kategorii – działania regulacyjne, działania rynkowe, działania w zakresie planowania wykorzystania gruntu, działania infrastrukturalne, działania oparte na nowych technologiach, działania w zakresie zarządzania [9, *passim*].

Innowacyjne rozwiązania techniczne w obszarze miejskiego transportu towarowego opierają się przede wszystkim na dwóch zasadniczych kategoriach:

- wprowadzaniu alternatywnych systemów oraz nowych technologii realizacji dostaw i powiązanych z tym rozwiązań pojazdowych, ukierunkowanych na ograniczanie uciążliwości użytkowania pojazdów, dostosowanie ich do specyfiki miejskiej oraz wdrażanie alternatywnych względem benzyny i oleju napędowych paliw (napędów gazowych, biopaliw, ogniw paliwowych zasilanych wodorem „solarnym” lub metanolem, pojazdów elektrycznych i hybrydowych);
- wykorzystaniu technologii telematycznych, ze szczególnym uwzględnieniem telematyki transportu (głównie inteligentnych systemów transportowych), które mogą być wykorzystywane do poprawy przepływu potoków ruchu w przestrzeni

miejskiej, zapewnić lepszą dostępność informacji o ruchu drogowym oraz bieżących uwarunkowaniach drogowych i regulacjach w czasie rzeczywistym ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb transportu towarowego, wspomagać planowanie tras przejazdu, czy też wspomagać komunikację pomiędzy przewoźnikiem a odbiorcą (co pozwala na unikanie sytuacji, w których próba doręczenia przesyłki jest powtarzana wielokrotnie z uwagi na nieobecność odbiorcy).

Wiele ciekawych, innowacyjnych rozwiązań wdrażanych jest w obszarze dostaw ostatniego kilometra, stanowiących z uwagi na stały rozwój handlu elektronicznego niezwykle istotny podsystem miejskiego transportu towarowego. Wśród nich na szczególną uwagę zasługują [10, *passim*]:

- skrzynki doręczeń, przytwierdzone na stałe do ściany na zewnątrz domu klienta, do których dostęp możliwy jest za pomocą klucza lub kodu elektronicznego, klient może być informowany o dostawie pocztą elektroniczną lub telefonem komórkowym, używane są głównie do paczek ale mogą być również wykorzystywane do dostarczania żywności jeśli posiadają kontrolę temperatury;
- pojemniki dostawcze, będące własnością detalisty lub firmy doręczającej, ładowane w magazynie dystrybucyjnym, a następnie tymczasowo przytwierdzone w domu klienta w bezpiecznym miejscu za pomocą urządzenia zamykającego przymocowanego do ściany, pojemniki puste lub zawierające zwrócone towary są zabierane przez dostawcę podczas osobnego przejazdu lub jako część kolejnej dostawy;
- systemy dostępowe, upoważniające dostawcę do wstępu na zamknięty teren celem realizacji dostawy, klucz może być umieszczony w urządzeniu przytwierdzonym w miejscu dostępnym dla realizatora dostawy, kierowca po wprowadzeniu kodu do zabezpieczonego urządzenia uzyskuje dostęp do klucza, którym otwiera daną lokalizację, gdzie zostawia towar;
- punkty odbioru, bazujące na lokalizacjach innych niż dom klienta (np. najbliższa poczta, sklep lub stacja benzynowa), najczęściej charakteryzują się długimi godzinami otwarcia, towary dostarczane są przez detalistów lub ich przewoźników, a klient jest informowany o możliwości odbioru swojego zamówienia z punktu odbioru, może on umówić się z obsługą punktu odbioru na dostarczenie towaru do domu, rezultatem tej idei jest zmniejszenie liczby obsługiwanych lokalizacji oraz zminimalizowana liczba przesyłek niedoręczonych;
- banki odbioru, będące zestawami skrzynek odbioru, pełnią podobną rolę co punkty odbioru, lecz nie są zlokalizowane w zabudowaniach klientów, ale usytuowane w blokach, miejscach pracy, na parkingach, stacjach kolejowych itp., aby zoptymalizować ich wykorzystanie, klienci nie są na stałe przypisani do konkretnego banku, posiadają zabezpieczenia w formie kluczy elektronicznych ze zmiennym kodem, tak aby dany bank mógł być użyty przez różnych klientów w różne dni, mogą być przypisane do jednego lub wykorzystywane przez wielu dostawców, klienci są zwykle powiadamiani o swojej dostawie za pomocą wiadomości, która zawiera numer skrzynki, lokalizację i kod otwarcia, tylko klient może odebrać z banku swoją przesyłkę, realizując w ten sposób ostatni odcinek dostawy, niemniej jednak banki są tak położone by nadłożenie drogi przez klienta było jak najkrótsze; przykładem tego typu rozwiązań są paczkomaty firmy InPost, rozwinięciem tej koncepcji jest system BentoBox, opracowany w ramach

projektów CITYLOG i CITYMOVE, będący zestawem interoperacyjnych jednostek ładunkowych z możliwością tworzenia różnych konfiguracji.

Rozwiązania oparte na wykorzystaniu telematyki oraz inteligentnych systemów transportowych można podzielić na dwie zasadnicze grupy [10, *passim*]:

- systemy zarządzania transportem towarowym (stosowane przez przewoźników i firmy logistyczne), obejmujące:
  - komputerowe planowanie tras oraz układanie harmonogramów dostaw (efektywne planowanie przez operatorów tras oraz procesów za- i wyładunku);
  - nawigacyjne systemy kontroli ruchu (używane do specyficznych operacji wytyczania tras, wykorzystujących informacje w czasie rzeczywistym o lokalizacji pojazdu, wypadkach drogowych lub w przypadku zmiany wymagań klienta);
  - pokładowe systemy komunikacyjne (ułatwiające kierowcom komunikowanie się z firmą oraz klientem głosowo lub za pośrednictwem komputera);
  - systemy rezerwacji okien czasowych (używane do koordynowania przejazdów samochodów ciężarowych generujących duży ruch w miastach);
- systemy zarządzania ruchem ulicznym (stosowane przez administrację miejską), w tym:
  - systemy zarządzania i sterowania ruchem miejskim (UTMC), obejmujące: Systemy Sterowania Ruchem Miejskim (ang. *Urban Traffic Control – UTC*) koordynujące sygnaly o ruchu ulicznym, znaki i tablice drogowe zmiennej treści (ang. *Variable Message Sign – VMS*) służące do informowania kierowców o zmieniających się uwarunkowaniach drogowych, sensory zajętych miejsc parkingowych, systemy pomiaru czasu przejazdu z wykorzystaniem technologii rozpoznawania tablic rejestracyjnych;
  - mapy i drogowskazy, wspomagające kierowców w wytyczeniu optymalnej dla nich trasy przejazdu i zawierające najczęściej informacje o: najlepszych trasach, ograniczeniach związanych z wagą i wysokością pojazdu, regulacjach związanych z dostawami i dostępem, lokalizacjach parkingów;
  - systemy automatycznego nadzór dostępu pojazdów, uaktywniające bariery lub wysuwane słupki ograniczające wjazd, dostęp może być zarządzany przez telewizję przemysłową, karty dostępu lub komunikację bezprzewodową, w przypadkach, gdy bariery fizyczne są wizualnie niepożądane stosuje się systemy automatyczne, działające w tle np. rozpoznawanie tablic rejestracyjnych.

### **3. Znaczenie danych i informacji dla efektywności innowacyjnych rozwiązań w obszarze miejskiego transportu towarowego**

#### **3.1. Rozwiązania telematyczne jako wsparcie dla systemów miejskiego transportu towarowego**

Konieczność wspomagania miejskiego transportu towarowego rozwiązaniami telematyki wynika przede wszystkim ze złożoności procesów jakie w tego typu systemach zachodzą oraz przenikających się, często sprzecznych, oczekiwań poszczególnych grup użytkowników dróg oraz innych interesariuszy (zarządców miast, mieszkańców, przedsiębiorców, przewoźników itp.). Głównym celem jest tutaj optymalizacja realizacji

przewozów poprzez zapewnienie odpowiedniej dostępności infrastruktury liniowej i punktowej, przy jednoczesnym ograniczeniu niekorzystnego wpływu systemu transportowego na środowisko.

Użyteczność telematyki w miejskim transporcie towarowym przejawia się przede wszystkim [8, str. 49]:

- ograniczeniem kosztów dystrybucji dóbr poprzez:
  - zwiększenie produktywności stosowanych lokalnie pojazdów dostawczych;
  - zwiększenie niezawodności operacji dotyczących pojazdów handlowych;
  - zwiększenie bezpieczeństwa;
- zwiększeniem zdolności przewozowej systemu miejskiego transport towarowego (bez konieczności zapewnienia dodatkowej infrastruktury drogowej).

Podstawowym zadaniem rozwiązań telematycznych jako narzędzi umożliwiających efektywne wspomaganie miejskiego transportu towarowego jest zarządzanie przepływami informacyjnymi generowanymi w jego obrębie, a najważniejszym efektem tego procesu jest podniesienie jakości funkcjonowania systemu logistycznego miasta poprzez zwiększanie możliwości kontroli i oddziaływania na pojawiające się w nim przepływy danych. Wśród stosowanych rozwiązań można wskazać kategorie oparte na bezpośrednim wykorzystywaniu telematyki, w których stosowanie narzędzi teleinformatycznych warunkuje ich właściwe funkcjonowanie oraz rozwiązania, w których technologie telematyczne pełnią rolę wspomagającą, poprawiającą efektywność i zapewniającą dodatkowe funkcjonalności (tab. 1). Należy podkreślić, że oprócz wymienionych kategorii rozwiązań praktycznie wszystkie podejmowane działania są w większym lub mniejszym stopniu zależne od zasobów danych.

Tab. 1. Wspomaganie rozwiązań miejskiego transportu towarowego za pomocą telematyki

Rozwiązanie		Charakterystyka	Rodzaj wsparcia za pomocą telematyki
Rozwiązania oparte na telematyce	Informacje na temat tras przewozów towarowych	Kierowanie pojazdów dostawczych wjeżdżających do śródmieścia na zaplanowane trasy przejazdu, np. poprzez ustawianie specjalnych znaków drogowych lub dostarczanie map z zaplanowanymi trasami oraz istotnymi dla ciężarówek informacjami drogowymi.	Pozyskiwanie danych (detekcja ruchu) Przekazywanie informacji za pomocą znaków/tablic zmiennej treści (ang. <i>Variable Message Signs</i> – VMS) oraz narzędzi internetowych
	Inteligentne kierowania trasami w transporcie towarowym	Integrowanie planowanych tras przejazdu ciężarówek oraz informacji dla nich przeznaczonych z oprogramowaniem nawigacyjnym. Zgodnie z tym założeniem dane pozyskane z pojazdów dostawczych pozostających w ruchu dotyczące ich lokalizacji, przewożonego ładunku oraz planowanych destynacji mogą być powiązane z danymi dotyczącymi ruchu drogowego w czasie rzeczywistym.	Planowanie tras przejazdu w oparciu o systemy geolokalizacji (np. GPS) oraz cyfrowe mapy drogowe
	Zintegrowane narzędzia logistyczne	Webowe narzędzia logistyczne umożliwiające łączenie ze sobą i koordynację producentów, odbiorców oraz operatorów logistycznych w zakresie	Pozyskiwanie, integracja i udostępnianie danych Publikowanie treści z wykorzystaniem sieci



		składania zamówień, w celu optymalizacji przepływów logistycznych.	(głównie Internetu)
Measures supported by telematics solutions	Restrykcje dostępu dla wy-/załadunku i przejazdu	Ograniczenia dostępu dla operacji za- i wyładunku, jak również dla poruszania się pojazdów, w odniesieniu do: różnych rodzajów pojazdów (klasyfikowanych wg np. poziomu emisji zanieczyszczeń, wagi, wielkości itp.), czasowego dostępu do określonych obszarów, preferowanych tras przejazdu i zaprojektowanych dla określonych pojazdów pasów ruchu, stref załadunku i wyładunku, posiadania określonych zezwoleń oraz licencji.	Wsparcie w zakresie optymalizacji, nadzoru i zarządzania
Measures supported by telematics solutions	Rezerwacja zatoczek rozładunkowych	Z punktu widzenia ochrony środowiskowa, funkcjonowania biznesu oraz przepływów i bezpieczeństwa ruchu drogowego najlepsze dla pojazdów dostawczych jest unikanie blokowania pasów ruchu, jak również redukcja czasu oczekiwania na miejsce parkingowe w celu przeprowadzenia za- i wyładunku. W tym celu wskazane jest zaproponowanie usługi umożliwiającej rezerwację miejsc parkingowych przed dotarciem do miejsca dostawy.	Wsparcie w zakresie rezerwacji dostępu do zatoczek rozładunkowych
	Strefy niskiej emisji zanieczyszczeń/ Strefy ochrony środowiska	Rozwiązanie to obejmuje zarówno działania restrykcyjne, jak i formy zachęt w zakresie dostępu do określonych stref miasta, wprowadzane ze względu na ochronę środowiska oraz z uwagi na dbałość o historyczne obszary miasta.	Wsparcie w zakresie nadzoru i zarządzania
	Systemy opłat strefowych (ang. <i>Mobility credits schemes/congestion charging</i> )	Limitowanie dla pojazdów dostawczych dostępu do obszaru miasta poprzez wprowadzanie opłat za każdy wjazd do strefy, realizowanych za pomocą „kredytów transportowych”, dystrybuowanych przez administrację publiczną (lub poprzez płatności gotówkowe w przypadku przekroczenia przypisanych „kredytów”). Systemy montowane w pojazdach dostawczych rejestrują każdy wjazd do strefy, co pozwala na egzekwowanie opłat.	Wsparcie w zakresie nadzoru i zarządzania
	Alternatywne systemy doręczeń	Grupa rozwiązań obejmująca m.in. współużytkowanie/dzielenie się pojazdami dostawczymi, logistykę opartą na wykorzystaniu rowerów (logistyka rowerowa), dostawy nocne, paczkomaty itp.	Wsparcie w zakresie rezerwacji, nadzoru i zarządzania

### 3.2. Problemy w akwizycji danych na potrzeby systemów transportu towarowego

Zasadnicze trudności w aspekcie funkcjonowania rozwiązań miejskiego transportu towarowego wynikają z problemów związanych z akwizycją danych. Na zagadnienie to należy spojrzeć z dwóch perspektyw:

- perspektywy akwizycji danych bezpośrednio na potrzeby wdrażania rozwiązań;
- perspektywy akwizycji danych i generowania informacji na potrzeby efektywnego użytkowania tego typu systemów.

Brak umiejętnego identyfikowania źródeł danych i wynikające z tego trudności związane z ich pozyskiwaniem sprawiają, że nawet w przypadku, że swej istoty efektywnych rozwiązań, ich wdrożenia i eksploatacja nie przynoszą oczekiwanych rezultatów. Problemy te wynikają zwykle z wielu utrudnień, ale w szczególności związane są z występowaniem barier [11, str. 268]:

- technicznych, polegających na tym, że generator informacji nie ma technicznych możliwości dostępu do źródła informacji, instrumentów jego oglądu, narzędzi do dokonania pomiaru, środków łączności do kontaktu z respondentem itp.;
- prawnych, wynikających z obowiązujących w danym systemie prawno-politycznym reguł ujętych w przepisach prawa stanowionego i w praktyce działalności organów władzy i administracji;
- organizacyjnych, związanych z brakiem struktur organizacyjnych niezbędnych do postrzegania realnych obiektów lub ich cech i generowania pozyskiwanej w ten sposób informacji;
- ekonomicznych, wynikających z braku środków ekonomicznych, głównie finansowych, niezbędnych do dostępu do źródeł danych i do generowania informacji;
- psychologicznych, występujących wówczas, gdy źródłami informacji są ludzie, zespoły ludzkie lub jednostki organizacyjne reprezentowane przez ludzi;
- metainformacyjnych, wynikających z braku informacji o źródłach informacji, ich zawartości, jakości, sposobach dostępu do informacji.

W obszarze miejskiego transportu towarowego można dokonać podziału danych wg trzech podstawowych kryteriów [8, str. 50]:

- zmienności, na:
  - statyczne (stałe),
  - dynamiczne (zmienne);
- pewności, na:
  - deterministyczne (pewne),
  - probabilistyczne (losowe),
  - rozmyte (wieloznaczne);
- źródeł, na pozyskiwane z:
  - sektora publicznego (zarządy dróg i obszarów),
  - sektora prywatnego (przewoźnicy lub klienci).

Kluczowym czynnikiem warunkującym pozyskiwanie właściwych i użytecznych danych jest odpowiednia identyfikacja ich źródeł. Istotne jest jednak, że fakt, iż znane są źródła danych nie świadczy o ich dostępności. Niejednokrotnie doskonale wiadomo jakie dane i skąd należy pozyskać, ale nie wiadomo jak to zrobić we właściwym czasie, za pomocą jakich środków, po jakim koszcie itd. W przypadku miejskiego transportu towarowego w większości miast istnieją podstawowe, minimalne zasoby danych, nadające

się do analizy (choćby powstałe w ramach pomiaru ruchu drogowego), jednak zwykle nie są to dane wystarczające lub też nie uwzględniają odpowiedniego poziomu szczegółowości w kontekście funkcjonowania tego podsystemu transportowego. Trudności w pozyskiwaniu danych wynikają w tym przypadku przede wszystkim z [12, str. 1]:

- faktu, że w realizację przewozów w miastach zaangażowane są głównie firmy prywatne, które niezbyt chętnie dzielą się ze swoimi konkurentami i sektorem publicznym danymi na temat realizowanych transakcji, dostaw oraz przewożonych ładunków (jest to oczywiście obserwowane nie tylko w przypadku przewozów w obrębie miast, ale również w transporcie międzymiejskim, krajowym, czy też międzynarodowym);
- braku ustandaryzowanych metod dokonywania badań i analiz przewozów ładunków i realizacji dostaw w miastach.

Powyższe trudności mogą zostać w dużej mierze pokonane dzięki zastosowaniu technologii telematycznych ukierunkowanych na akwizycję danych, a przede wszystkim na detekcję ruchu i klasyfikację pojazdów. Do najważniejszych z nich należą detektory oparte na wykorzystaniu pętli indukcyjnych instalowanych pod nawierzchnią, które jednak charakteryzują się dużymi kosztami związanymi z ich montażem oraz eksploatacją. Większą efektywnością i mniejszymi kosztami charakteryzują się systemy wykorzystujące techniki wizyjne a także detektory radarowe (np. czujniki RTMS – ang. *Remote Traffic MicroWave Sensor*). Systemy te pozwalają na bezinwazyjne, nieodczuwalne dla kierowców i niezależne od firm przewozowych dokonywanie pomiarów. Problemem jednak jest w tym wypadku konieczność rozmieszczenia znacznej liczby detektorów, pozwalających na szeroki zakres obszarowy realizowanej akwizycji danych.

Dane mogą być również pozyskiwane w wyniku interakcji pomiędzy głównymi elementami systemu transportowego: infrastrukturą, pojazdami oraz użytkownikami. Szans na rozwiązanie przedstawionych wyżej problemów należy upatrywać m.in. w rozwoju systemów typu V2V (komunikacja pojazd-pojazd, ang. *Vehicle-to-Vehicle*), V2I (komunikacja pojazd-infrastruktura, ang. *Vehicle-to-Infrastructure*) oraz I2V (komunikacja infrastruktura-pojazd, ang. *Infrastructure-to-Vehicle*), które są bezpośrednią realizacją koncepcji tzw. „przetwarzania w chmurze” (ang. *Cloud Computing*) w systemach transportu drogowego.

#### 4. Wnioski

Podstawą sprawnego zarządzania miejskim transportem towarowym jest wdrażanie innowacyjnych rozwiązań, pozwalających na efektywną realizację przewozów. Zasadniczym czynnikiem warunkującym skuteczność funkcjonowania tego typu rozwiązań są właściwe przepływy danych i informacji oraz zdolność ekstrahowania wiedzy z dynamicznie powiększających się ich zasobów. O ile aspekty te zostały dosyć dobrze zbadane w odniesieniu do różnych innych sektorów gospodarki (w szczególności na poziomie przedsiębiorstw), o tyle w obszarze miejskiego transportu towarowego akwizycja danych, będąca podstawą generowania zasobów informacji, stanowi wciąż istotny problem. Fakt ten przyczynia się do wciąż niewystarczającego stopnia integracji procesów w nim zachodzących.

Zasadne jest wyodrębnienie ze struktur miejskich dedykowanej komórki organizacyjnej (tzw. menadżera logistyki miejskiej), której nadrzędnym zadaniem będzie sprawowanie kontroli nad funkcjonowaniem transportu towarowego w mieście, identyfikowanie pojawiających się problemów oraz inicjowanie działań zmierzających do poprawy jakości

realizowanych procesów transportowych, a także koordynowanie przepływów informacyjnych pojawiających się w obrębie tego systemu. Właściwe określanie potrzeb informacyjnych w obrębie miejskiego transportu towarowego, a także zależności pomiędzy nim a pozostałymi elementami systemu transportowego miasta umożliwia zapanowanie nad rosnącym nieuporządkowaniem w tym obszarze oraz pozwala na zarządzanie nim zgodnie z zasadami rozwoju zrównoważonego.

Przedstawione zagadnienia opracowano w ramach pierwszego etapu projektu badawczego *Badanie potrzeb informacyjnych środowiska heterogenicznego w systemie zrównoważonego miejskiego transportu towarowego*, realizowanego przez Akademię Morską w Szczecinie i finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki, zgodnie z decyzją numer DEC-2012/05/B/HS4/03818.

### Literatura

1. Carvalho J. M. C. de: Systems Theory, Complexity and Supply Organizational Models to Erich City Logistics: an Approach. [w:] E. Taniguchi, R.G. Thomson, Logistics Systems for Sustainable Cities. Cities, Elsevier 2004, str. 179-189.
2. Cambel A. B.: Applied Chaos Theory. A Paradigm for Complexity, Academic Press, Inc., London 1993.
3. Jedliński M.: Zarządzanie systemami logistycznymi. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 1998.
4. Tundys B.: Logistyka miejska. Koncepcje, systemy, rozwiązania. Difin, Warszawa 2008.
5. Iwan S.: Wdrażanie dobrych praktyk w obszarze transportu dostawczego w miastach. Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin, 2013.
6. Szołtysek J.: Podstawy logistyki miejskiej. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2007.
7. Managing Urban Traffic Congestion, OECD/ECMT, 2007.
8. Taniguchi E., Thompson R. G., Yamada T., van Duin R.: City Logistics. Network Modelling and Intelligent Transport Systems, Pergamon, Oxford 2001.
9. European Commission: Study on Urban Freight Transport, Final Report by MDS Transmodal Limited in association with Centro di ricerca per il Trasporto e la Logistica (CTL), Brussels 2012.
10. Allen J.: Thorne G., Browne M.: BESTUFS. Przewodnik po dobrych praktykach w towarowym transporcie miejskim, 2007.
11. Oleński J.: Elementy ekonomiki informacji. Katedra Informatyki Gospodarczej i Analiz Ekonomicznych, Warszawa 2000.
12. Taniguchi E., Thompson R. G., Yamada T.: Data Collection for Modelling, Evaluating and Benchmarking City Logistics Schemes [w:] Recent Advances in City Logistics. Proceedings of the 4th International Conference on City Logistics, Elsevier 2006.

Dr Stanisław Iwan  
Instytut Zarządzania Transportem  
Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu  
70-507 Szczecin, ul. Pobożnego 11  
tel./fax: (0-91) 480 96 75  
e-mail: s.iwan@am.szczecin.pl