

Daniel Kaszubowski

Metoda wspomagająca wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny



PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Janusz T. Cieśliński

REDAKTOR PUBLIKACJI NAUKOWYCH

Michał Szydłowski

REDAKTOR SERII

Jerzy M. Sawicki

RECENZENCI

Tomasz Nowakowski

Maciej Szymczak

REDAKCJA JĘZYKOWA

Agnieszka Frankiewicz

SKŁAD I PROJEKT OKŁADKI

Ireneusz Jelonek

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Gdańskiej

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna na stronie
www.pg.edu.pl/wydawnictwo/katalog
zamówienia prosimy kierować na adres wydaw@pg.edu.pl

Utwór nie może być powielany i rozpowszechniany, w jakiegokolwiek formie
i w jakiegokolwiek sposób, bez pisemnej zgody wydawcy

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej
Gdańsk 2019

ISBN 978-83-7348-772-7

Moim Rodzicom

Spis treści

Wstęp	7
1. Wyodrębnienie transportu ładunków w strukturze systemu transportowego w miastach	14
1.1. Znaczenie modelowania transportu ładunków w analizie systemu logistycznego miasta.....	14
1.2. Zróżnicowanie organizacyjne transportu ładunków w miastach.....	22
1.3. Struktura podmiotowa transportu ładunków w miastach	32
2. Uwarunkowania prowadzenia badań ilościowych transportu ładunków w miastach dla potrzeb jego modelowania	41
2.1. Europejskie doświadczenia w analizie transportu ładunków w miastach	41
2.1.1. Metodyka i wyniki badań francuskich.....	41
2.1.2. Wyniki badań transportu ładunków w miastach Wielkiej Brytanii	49
2.2. Analiza metod pozyskiwania danych o transporcie ładunków z uwzględnieniem jego złożoności organizacyjnej i podmiotowej.....	52
2.2.1. Sposoby prowadzenia badań transportu ładunków w miastach	52
2.2.2. Wybór metod i obszarów pozyskiwania danych o transporcie ładunków	63
2.3. Wpływ zaawansowania badań nad transportem ładunków w miastach w Polsce na możliwości jego modelowania.....	65
3. Znaczenie celów zarządzania i rozwiązań usprawniających transport ładunków w miastach w wyborze metod jego modelowania	75
3.1. Zasady parametryzacji celów zarządzania transportem ładunków w miastach	75
3.2. Analiza wymagań dotyczących narzędzi usprawniających w transporcie ładunków w miastach	85
4. Analiza zapotrzebowania na metodę wspomagającą wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny.....	95
4.1. Czynniki determinujące konieczność stosowania specjalistycznych modeli transportu ładunków w miastach	95
4.2. Ocena możliwości wykorzystania dostępnych metod wspomagania decyzji, stosowanych w odniesieniu do problemów transportowych	105
4.3. Synteza funkcjonalności kompleksowych modeli transportu ładunków w miastach	115
5. Metoda wspomagająca wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny	126
5.1. Założenia opracowanej metody.....	126
5.2. Opis metody	131

6. Weryfikacja metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny	140
6.1. Zasady wyboru miasta będącego podmiotem analizy.....	140
6.2. Zastosowanie metody w odniesieniu do wybranego miasta i kompleksowych modeli transportowych.....	142
6.2.1. Poziom strategiczny	142
6.2.2. Poziom taktyczny.....	149
6.2.3. Poziom operacyjny.....	154
6.3. Rekomendacje dotyczące wyboru modelu transportu ładunków.....	159
6.4. Ocena opracowanej metody	163
Zakończenie.....	167
Bibliografia	172
Streszczenie w języku polskim	185
Streszczenie w języku angielskim.....	186

Wstęp

Modelowanie miejskiego transportu ładunków stanowiło w ostatnich latach przedmiot licznych badań naukowych, przy czym przypadki praktycznego wykorzystania ich rezultatów były nieporównywalnie rzadsze. Działo się tak niezależnie od stale rosnących wymagań dotyczących umiejętności efektywnego planowania rozwoju systemu transportowego współczesnych miast. Mimo to dostrzegany jest potencjał wykorzystania modeli transportu ładunków jako narzędzi wspomagających działania samorządów lokalnych w tej dziedzinie. Rosnąca złożoność procesów transportowych oraz specyfika ich wzajemnego oddziaływania przejawiają się stałą presją wywieraną na miasta i ich mieszkańców. Dotyczy to nadmiernego zapotrzebowania na infrastrukturę, pogorszenia jakości życia i bezpieczeństwa mieszkańców, degradacji przestrzeni miejskiej i środowiska naturalnego. Modele dostosowane do potrzeb użytkowników mogą umożliwić wyprzedzającą analizę rezultatów zmian planowanych do wprowadzenia w miejskim systemie transportu ładunków oraz odwzorowanie wpływu działań poszczególnych jego użytkowników.

Równocześnie należy odnotować, że podmioty odpowiedzialne za zarządzanie miejskim systemem transportowym, czyli samorządy lokalne, mają ograniczone możliwości skutecznego reagowania na stawiane przed nimi wyzwania. Jest to spowodowane niespójnością badań nad poszczególnymi rodzajami transportu występującymi w przestrzeni miejskiej, które przy braku aktywnego podejścia do kształtowania zasad ich funkcjonowania generują wiele niepożądanych efektów zewnętrznych, wynikających z braku koordynacji wewnętrznej i zewnętrznej.

Badania nad funkcjonowaniem miejskiego systemu transportowego koncentrowały się do tej pory na problematyce transportu pasażerskiego oraz rozwoju infrastruktury transportowej. Zapewnienie mobilności mieszkańców traktowano jako podstawowy czynnik determinujący funkcjonowanie miasta jako jednostki spełniającej zaawansowane funkcje społeczno-gospodarcze. W odpowiedzi na potrzeby miast badania naukowe doprowadziły do opracowania ugruntowanych w praktyce metod analizy przemieszczeń pasażerskich oraz sposobów ich odwzorowania w postaci miejskich modeli transportowych. Osiągnęły one wysoki poziom zaawansowania, oferując samorządom sprawdzone rozwiązania pozwalające efektywnie planować system transportu pasażerskiego.

Rozwojowi metod analizy transportu osób w miastach nie towarzyszyło natomiast podobne zainteresowanie problematyką transportu ładunków. Można wskazać następujące przyczyny powstania takiej rozbieżności:

- zarządzanie transportem pasażerskim jest jednym z podstawowych zadań samorządu lokalnego dotyczących miejskiego systemu transportowego;
- transport ładunków w miastach jest organizowany i wykonywany przez podmioty prywatne, pozostając organizacyjnie i funkcjonalnie poza zakresem kompetencji administracji lokalnej;
- przewozy ładunków związane z działalnością komunalną mają minimalny udział w ogólnej strukturze ruchu drogowego w miastach.

Niedostateczne zaangażowanie władz miejskich przyczyniło się do stagnacji w rozwoju metod służących poznaniu charakterystyki procesów miejskiego transportu ładunków

oraz zidentyfikowaniu mechanizmów wpływających na kształt tych procesów. Stało się to szczególnie widoczne na początku lat 90. XX wieku, kiedy wskutek zwiększającego się popytu na towary działalność transportowa, związana głównie z potrzebami konsumpcyjnymi mieszkańców, zaczęła stanowić znaczne obciążenie dla miast. Podjęto wtedy pierwsze próby wprowadzania usprawnień, jednak w większości przypadków okazały się one nieskuteczne z powodu niewłaściwego rozpoznania źródeł problemów i braku możliwości określenia skutków podejmowanych działań. Wyraźnie ujawniła się nieumiejętność wyodrębnienia transportu ładunków jako obszaru wymagającego zastosowania odrębnych metod analitycznych w dziedzinie miejskiego systemu transportowego

Skutkiem niepowodzeń wczesnych prób działań usprawniających w miejskim transporcie ładunków było podjęcie badań zarówno nad uwarunkowaniami jego funkcjonowania, jak i będącymi ich logicznym następstwem metodami modelowania. Były one jednak ograniczone konsekwencjami braku wcześniejszych doświadczeń w tej dziedzinie i znacznego zapóźnienia wobec rozwiązań stosowanych powszechnie w modelowaniu transportu pasażerskiego. Próby prostej adaptacji sprawdzonych metod wykazały istotne ograniczenia, wynikające ze znacznej złożoności organizacyjnej i podmiotowej badanego zjawiska. Efektem dalszych prac prowadzonych w ciągu ostatnich trzech dekad jest opracowanie wielu modeli o bardzo zróżnicowanej funkcjonalności. Tylko nieliczne z nich są modelami kompleksowymi, mogącymi stanowić uzupełnienie modeli transportu pasażerskiego stosowanych przez samorządy lokalne.

Szerszemu wykorzystaniu modeli miejskiego transportu ładunków przez samorządy oraz określeniu wymagań ich implementacji nie sprzyjały również działania ich potencjalnych głównych użytkowników. Władze miejskie z rezerwą traktowały kolejne próby realizacji działań wpływających na funkcjonowanie transportu ładunków. Nie dążono do systemowego odniesienia się do tego zagadnienia w postaci wyrażnie zdefiniowanych celów zawartych w miejskich dokumentach strategicznych. W rezultacie wybór modelu transportu ładunków jest utrudniony z uwagi na swoiste błędne koło, w którym brak jednoznacznie określonych wymagań władz miejskich utrudniał sformułowanie założeń dla modeli, które z kolei – ze względu na swoje zróżnicowanie i najczęściej czysto teoretyczny charakter – w niewielkim stopniu odpowiadały potrzebom przyszłych użytkowników.

Wymienione uwarunkowania wyboru modeli miejskiego transportu ładunków pozwalają na wskazanie zagadnień, które stanowią przeszkodę w tym procesie. Zagadnienia te są lukami badawczymi wymagającymi uwzględnienia podczas poszukiwania rozwiązania przedstawionego problemu:

- istnieje wyraźny deficyt dotyczący umiejętności wyodrębnienia transportu ładunków w ramach miejskiego systemu transportowego; przejawia się on niedostatecznym wykorzystaniem odpowiednich metod badawczych pozwalających zdefiniować strukturę badanych procesów transportowych z uwzględnieniem ich specyfiki organizacyjnej i podmiotowej;
- samorządy miejskie w większości nie stosują systemowego podejścia do problematyki miejskiego transportu ładunków; przejawia się to brakiem wyraźnego sformułowania celów zawartych w dokumentach strategicznych oraz zdefiniowania ich w postaci ilościowej;
- kierunki badań nad modelami miejskiego transportu ładunków odzwierciedlają niezdecydowanie samorządów odnośnie do wykorzystania ich jako narzędzi wspierających realizację miejskiej polityki transportowej; dostępne modele charakteryzują się

wysokim poziomem teoretyczności i fragmentarycznością podejścia, jedynie nieliczne z nich mają kompleksową strukturę pozwalającą na weryfikację ich użyteczności dla samorządu lokalnego;

- udokumentowane przykłady działań usprawniających wskazują, że nie podjęto również badań nad możliwościami wykorzystania modeli w ich planowaniu i realizacji.

Procedura wyboru modelu miejskiego transportu ładunków przez samorząd jest utrudniona nie tylko ze względu na wymienione problemy, wynikające ze złożonego charakteru analizowanego zjawiska. Należy też zwrócić uwagę na zagadnienia dotyczące możliwości wykorzystania dostępnych metod wspomagania decyzji w transporcie w celu wyboru modelu najlepiej dostosowanego do potrzeb oraz możliwości konkretnego samorządu. Wspomaganie decyzji dotyczących różnych aspektów funkcjonowania systemu transportowego było tematem wielokrotnie poruszonym w badaniach naukowych. Wynika to z konieczności racjonalizacji decyzji wpływających długofalowo na kształt systemu transportowego. W tym celu opracowano i wykorzystano w praktyce wiele metod dostosowanych do problemów decyzyjnych o różnym charakterze. Jednak większość z nich dotyczy inwestycji infrastrukturalnych lub strategicznych wariantów rozwoju systemu transportowego. Koncentrują się one na uwzględnieniu opinii poszczególnych grup podmiotów związanych z analizowanym zagadnieniem lub ocenie wpływu wariantów jego realizacji w odniesieniu do parametrów ekonomicznych, finansowych i społeczno-środowiskowych. Wykorzystywane w tych metodach podejście nie pozwala na wszechstronne uwzględnienie wszystkich czynników wpływających na wybór modelu transportu ładunków przez samorząd miejski. Dostępne rozwiązania koncentrują się na analizie ilościowej, jednak wymagania implementacyjne modeli kompleksowych wykluczają weryfikację ich parametrów operacyjnych przy wykorzystaniu wdrożenia testowego. Należy więc poszukiwać możliwości jakościowego odniesienia się do problemu wyboru modelu transportu ładunków. Co więcej, żadna z dostępnych prac naukowych nie dotyczyła bezpośrednio tego problemu, co wskazuje na potrzebę podjęcia badań w tym obszarze.

Podsumowanie czynników warunkujących opracowanie metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Uwarunkowania opracowania metody wspomagającej wybór modelu miejskiego transportu ładunków przez samorząd lokalny

Wobec tak zdefiniowanych uwarunkowań w niniejszej monografii przyjęto następujący **główny cel**: opracowanie metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków, uwzględniającej wymagania zarządzania transportem ładunków w miastach oraz operacyjne uwarunkowania stosowania modeli przez samorząd lokalny.

Zgodnie ze *Słownikiem języka polskiego* [1] metoda definiowana jest jako świadomie stosowany sposób postępowania mający prowadzić do osiągnięcia zamierzonego celu. Można również przywołać definicję metody jako określonego, powtarzalnego i wymuszonego sposobu, schematu lub wzoru postępowania świadomie skierowanego na realizację pewnego celu poprzez dobór środków odpowiednich do tego celu [2]. Celem stosowania opracowanej metody jest sformułowanie rekomendacji wskazujących model transportu ładunków optymalnie odpowiadający wymaganiom konkretnego samorządu lokalnego, jak również posiadający potencjał do implementacji takiego rozwiązania. Wobec tego, aby wszechstronnie odnieść się do poszczególnych aspektów zidentyfikowanej luki badawczej, w monografii przyjęto następujące **cele szczegółowe**:

1. Analiza podmiotowa i organizacyjna struktury transportu ładunków w miastach z punktu widzenia jej wpływu na uwarunkowania jego modelowania przez samorząd. Uzyskane wyniki pozwolą na wskazanie zagadnień mających podstawowe znaczenie dla poprawnego modelowania badanego zjawiska i w konsekwencji będących kryteriami jego wyboru przez docelowego użytkownika.
2. Analiza wpływu celów zarządzania transportem ładunków w miastach na wymagania dla modeli transportowych. Ocena relacji pomiędzy tym dwoma obszarami umożliwi merytoryczną weryfikację funkcjonalności zapewnianej przez modele w odniesieniu do rzeczywistych potrzeb samorządów.
3. Identyfikacja czynników determinujących konieczność stosowania specjalistycznych modeli transportu ładunków jako narzędzi uzupełniających dostępne dla samorządów miejskie modele transportowe. Na podstawie rezultatów badań, o których mowa jest w dwóch poprzednich punktach, możliwe będzie określenie, w jakim stopniu klasyczne miejskie modele transportowe odpowiadają wyzwaniom wynikającym z zarządzania transportem ładunków w miastach.
4. Analiza zasadności przeprowadzenia przez samorząd procedury wyboru modelu miejskiego transportu ładunków z wykorzystaniem metod wspomaganie decyzji opracowanych dla zróżnicowanych problemów decyzyjnych w obszarze transportu.

Celom szczegółowym towarzyszą **założenia dodatkowe**, służące właściwemu odwzorowaniu szczegółowych uwarunkowań badanego problemu:

1. Metoda powinna uwzględniać jednoznacznie sparymetryzowane cele zarządzania transportem ładunków w miastach, wyrażone za pomocą wskaźników ilościowych. Pozwoli to na łatwiejsze odniesienie celów do problematyki wykorzystania modeli transportu ładunków, zwłaszcza w zakresie relacji pomiędzy stosowaną zmienną modelowaną a zasadami pozyskiwania danych.
2. Do prawidłowego uwzględnienia wymogów samorządów w zakresie kształtowania transportu ładunków niezbędna jest identyfikacja wymagań analitycznych dostępnych narzędzi usprawniających. Obejmują one dane niezbędne do zaplanowania i oceny rezultatów podejmowanych działań. Wymagania analityczne powinny zostać wyrażone za pomocą tego samego zbioru kryteriów ilościowych co w przypadku parametryzacji celów zarządzania miejskim transportem ładunków. Zapewni to logiczne powiązanie tych komplementarnych zagadnień. W analizie wymagań analitycznych należy uwzględnić problematykę organizacyjnego i podmiotowego zróżnicowania transportu ładunków. Wpływają one na dobór odpowiednich wskaźników i determinują możliwość pozyskania stosownych danych.

3. Metoda powinna umożliwiać kompleksowe rozpatrzenie problematyki wykorzystania danych niezbędnych do wdrożenia modeli. Konieczne jest systemowe odniesienie się do tej kwestii w zakresie oceny dostępności danych oraz metod i obszarów ich pozyskiwania w zależności od modelowanej zmiennej stosowanej w konkretnym modelu. Niezbędne jest również uwzględnienie możliwości integracji tych zagadnień z istniejącym systemem analizy miejskiego systemu transportowego, zwłaszcza w kontekście aktualnej sytuacji w miastach w Polsce. Analiza tych problemów, w połączeniu ze znajomością struktury modeli transportu ładunków, ma umożliwić sformułowanie ostatecznych rekomendacji z uwzględnieniem nie tylko wymagań, ale również potencjału samorządu lokalnego.

W sferze naukowej przeprowadzone badania i opracowana metoda stanowią próbę identyfikacji zagadnień warunkujących wybór modelu transportu ładunków przez samorząd miejski. Badania pozwoliły na odniesienie się do rozpoznanych luk badawczych związanych z analizowanym problemem. Dotyczą one niedostatecznego powiązania celów zarządzania miejskim transportem ładunków i specyfiki narzędzi usprawniających oraz braku nawiązań do operacyjnych uwarunkowań wdrażania modeli. W rezultacie w miejsce dotychczasowego częściowego uwzględniania wymienionych problemów w przeprowadzonej analizie zastosowano podejście holistyczne, dzięki czemu powstała praktyczna metoda, zapewniająca systemowe podejście do zadania wyboru modelu miejskiego transportu ładunków.

W pracy zastosowano metody badawcze odpowiadające charakterystyce analizowanego zagadnienia. Krytyczna analiza literatury była ukierunkowana na zweryfikowanie organizacyjnych i podmiotowych uwarunkowań modelowania transportu ładunków w miastach. Wykorzystano ją również do oceny dostępnych metod wspomagania decyzji w transporcie. Na podstawie przeprowadzonych przez autora kwestionariuszowych badań struktury dostaw w centrum Gdyni oceniono możliwość stosowania metod pozyskiwania danych o transporcie ładunków przez samorząd lokalny. Ocena wymagań analitycznych dotyczących działań usprawniających została oparta na przekrojowej analizie studiów przypadków, zaczerpniętych z reprezentatywnych w danej dziedzinie projektów badawczych. Metodę dedukcyjną wykorzystano w celu zidentyfikowania relacji pomiędzy organizacyjną i podmiotową strukturą miejskiego transportu ładunków a wymaganiami dla modeli transportowych. Metodą indukcji posłużono się, przeprowadzając analizę wybranych modeli transportowych w odniesieniu do sytuacji dotyczącej zarządzania transportem ładunków w mieście wybranym jako przedmiot badania.

Zakres tematyczny prezentowanej monografii obejmuje sześć zagadnień pozwalających na opracowanie i zweryfikowanie metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków przez samorząd. Rozdział pierwszy jest poświęcony analizie konieczności wyodrębnienia transportu ładunków w ramach miejskiego systemu transportowego. Przedstawiono w nim przyjętą definicję miejskiego transportu ładunków oraz wynikającą z niej wymagania dla modelowania jako narzędzia wspomagającego analizę systemu transportowego miasta. Analizie poddano zróżnicowanie organizacyjne oraz podmiotową strukturę badanego zjawiska. Celem było potwierdzenie konieczności stosowania w odniesieniu do niego odrębnych metod modelowania, uwzględniających funkcjonalnie wymienione zagadnienia. Szczególną uwagę zwrócono na rolę samorządów lokalnych w procesie zarządzania miejskim transportem ładunków, wynikającą ze specyficznej kombinacji zarówno czynników

związanych z charakterystyką tego rodzaju przewozów, jak i możliwości oddziaływania na warunki ich funkcjonowania.

Tematyka drugiego rozdziału wynika z wniosków uzasadniających funkcjonalną odrębność miejskiego transportu ładunków. Jednym z jej podstawowych determinantów ze względu na możliwości wyboru odpowiedniej metody modelowania jest umiejętność prowadzenia badań ilościowych odpowiadających specyfice tego rodzaju przewozów. Krytycznej analizie poddano zarówno teoretyczny aspekt prowadzenia badań miejskiego transportu ładunków, jak i przykłady praktycznych rozwiązań w tym zakresie. Wynikiem przeprowadzonej analizy jest określenie, w jaki sposób organizacyjna i podmiotowa struktura miejskiego transportu ładunków warunkuje prowadzenie ilościowej analizy transportu ładunków. Zdefiniowano podstawowe obszary, w których można pozyskiwać dane, oraz towarzyszące temu metody badawcze.

Wyniki przeprowadzonej analizy pozwoliły na sformułowanie wniosków dotyczących zasad budowy systemu pozyskiwania danych na potrzeby opracowania modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny. System ten jest jednym z podstawowych operacyjnych uwarunkowań wdrożenia tego modelu przez samorząd.

Rozdział zawiera również nawiązanie do problematyki badań nad miejskim transportem ładunków w Polsce. Wnioski z porównania wyników teoretycznej analizy zasad pozyskiwania danych z aktualną sytuacją w kraju stanowią istotny wkład w dalszą weryfikację opracowanej metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków przez samorząd.

Dwa pierwsze rozdziały służą analizie charakterystyki miejskiego transportu ładunków i jej wpływu na zagadnienia dotyczące modelowania, rozpatrywane z punktu widzenia samorządu lokalnego. Stanowią one wprowadzenie do rozdziału trzeciego, który przenosi analizę na bardzo słabo rozpoznany obszar badawczy, dotyczący wpływu celów zarządzania i narzędzi usprawniających transport ładunków na wymagania jego modelowania. Wymienione zagadnienia łącznie w kompleksowy sposób zakreślają obszar podejmowania decyzji o wyborze modelu przez samorząd.

W rozdziale zdefiniowano zasady parametryzacji celów zarządzania miejskim transportem ładunków jako podstawę określenia wymagań samorządu w zakresie narzędzi służących ich realizacji. Co ważniejsze, zawarto tu analizę wymagań analitycznych dotyczących rozwiązań usprawniających, stosowanych w miejskim transporcie ładunków, co dotyczy ich zapotrzebowania na dane wejściowe oraz sposobu oceny możliwych efektów. To zagadnienie nie było do tej pory przedmiotem badań naukowych, zwłaszcza ze względu na stosowanie modeli transportowych. Dodatkowo, analizując parametryzację celów i wymagania analityczne, posłużono się wspólnym zbiorem kryteriów ilościowych w celu ujednolicenia stosowanego podejścia badawczego.

Rozdział czwarty jest poświęcony weryfikacji zapotrzebowania samorządów na metodę wyboru modeli miejskiego transportu ładunków. Analizie poddano tu możliwość stosowania dostępnych modeli transportowych wykorzystujących metodykę zaadaptowaną z modelowania transportu pasażerskiego. Posłużono się w tym celu wnioskami z wcześniejszych rozdziałów, dotyczącymi uwarunkowań funkcjonowania transportu ładunków w miastach. Oceniono również możliwość zastosowania dostępnych metod wspomagających podejmowanie decyzji w różnych obszarach transportu. Przeprowadzona analiza potwierdza konieczność opracowania autorskiej metody wspomagania wyboru modelu miejskiego transportu ładunków.

Rozdział piąty integruje wyniki przeprowadzonych wcześniej badań. Dokonano tu syntezy uzyskanych w nich rezultatów, co doprowadziło do ostatecznego sformułowania wymagań i celu opracowania prezentowanej metody. Na tej podstawie, przy wykorzystaniu wyników uzyskanych w poszczególnych obszarach badanego problemu, przedstawiono hierarchiczną strukturę metody wspomagającej wybór modelu miejskiego transportu ładunków. Integruje ona po raz pierwszy wszystkie zagadnienia o charakterze strategicznym, taktycznym i operacyjnym, dotyczące celów zarządzania, narzędzi ich realizacji oraz warunkowań implementacji modeli przez samorząd.

Metoda została poddana w rozdziale szóstym praktycznej walidacji poprzez zastosowanie jej w odniesieniu do wybranego miasta w Polsce. Walidację przeprowadzono w celu sprawdzenia, czy metoda zapewnia kompleksowe podejście do zróżnicowanych warunków mogących występować w miastach, zachowując jednak wewnętrzną spójność wyrażającą się poprzez możliwość sformułowania praktycznych rekomendacji odnośnie do wyboru modelu transportu ładunków. Weryfikację metody przeprowadzono dla miasta mającego już pewne doświadczenia w analizie funkcjonowania transportu ładunków oraz związanych z tym działań usprawniających o charakterze regulacyjnym. Jego przykład jest jednak reprezentatywny dla większości średnich i dużych miast w Polsce ze względu na zbliżony – niestety niewielki – stan wiedzy oraz podobne możliwości oddziaływania na funkcjonowanie analizowanego rodzaju przewozów.

W intencji autora opracowana metoda wspomagająca wybór modelu transportu ładunków jest próbą kompleksowego naukowego odniesienia się do problemów pojawiających się na styku obszarów nauki i praktyki, dotyczących modelowania transportu ładunków oraz zarządzania nim przez samorządy miejskie. Zagadnienia te są najczęściej traktowane odrębnie, co znacznie ogranicza możliwość uzyskania synergii wyrażającej się sprawniejszym planowaniem rozwoju miejskiego systemu transportu ładunków w wyniku wsparcia tego procesu odpowiednimi narzędziami analitycznymi. Problem wyboru modelu miejskiego transportu ładunków przez samorząd ze względu na swoją przekrojową strukturę wymagają integrację tych zagadnień, stanowiąc ważną i aktualną kwestię badawczą o dużym potencjale praktycznego wykorzystania.

Rozdział 1

Wyodrębnienie transportu ładunków w strukturze systemu transportowego w miastach

1.1. Znaczenie modelowania transportu ładunków w analizie systemu logistycznego miasta

Umiejętność zarządzania rozwojem miast jest jednym z podstawowych czynników decydujących o potencjale społeczno-gospodarczym współczesnego świata. Szacuje się bowiem, że do roku 2020 w miastach będzie mieszkało 80% populacji krajów Unii Europejskiej i udział ten będzie się zwiększać wobec stałego rozwoju gospodarczego państw członkowskich [3]. Zgodnie z danymi Organizacji Narodów Zjednoczonych w latach 1950–2009 populacja miejska w Europie zwiększyła się o 90%, podczas gdy całkowita liczba ludności wzrosła jedynie o 34%. Również 67% produktu krajowego brutto w Europie powstało w regionach metropolitalnych, czyli liczących ponad 250 tys. mieszkańców [4]. Jednocześnie, przy przeciętnie 10–15% udziale transportu ładunków w miastach w pracy przewozowej wykonywanej na obszarach zurbanizowanych, jego udział w emisji dwutlenku węgla szacuje się na 25% [3] oraz 30–50% emisji takich substancji, jak cząsteczki stałe i związki azotu [5]. Ma on więc proporcjonalnie większy wkład w emisję zanieczyszczeń niż inne rodzaje działalności transportowej, co wskazuje na konieczność racjonalizacji jego funkcjonowania.

Jeden z najważniejszych czynników decydujących o jakości procesów społeczno-gospodarczych w miastach stanowi efektywność ich systemu logistycznego. Jest on podstawą kooperacji pomiędzy poszczególnymi obszarami funkcjonalnymi miasta, zapewniając jednocześnie możliwość jego integracji z otoczeniem gospodarczym. Zapewnienie odpowiedniego poziomu realizacji funkcji logistycznych stanowi więc jedno z kluczowych wyzwań dla decydentów, czyli lokalnych samorządów [6].

Wobec wymagań stawianych miejskiemu systemowi logistycznemu konieczne jest zarządzanie nim w sposób pozwalający na optymalne wykorzystanie dostępnych zasobów (np. infrastrukturalnych), przy zapewnieniu możliwie największej liczby korzyści dla użytkowników i mieszkańców, bez nadmiernego obciążania ich kosztami negatywnych efektów jego funkcjonowania. Zróżnicowanie podmiotów tworzących ten system powoduje, że coraz większym wyzwaniem staje się modelowanie transportu. Jego podstawowym zadaniem jest symulowanie procesów będących rezultatem aktywności zaangażowanych stron oraz działań podejmowanych przez lokalny samorząd.

Miasto będące obszarem funkcjonowania systemu logistycznego można zdefiniować z punktu widzenia wielu kryteriów, takich jak struktura administracyjna, gęstość zaludnienia czy dominujący rodzaj aktywności mieszkańców. Można tu przytoczyć definicję miasta opracowaną wspólnie przez Komisję Europejską i Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development) w celu ujednolicenia terminologii stosowanej w różnych krajach [7]. Jako miasto określa ona obszar tworzący się stopniowo w wyniku procesu koncentracji jednostek przestrzennych o wysokiej gęstości zaludnienia. Przyjmuje się, że co najmniej 50% ludności powinno mieszkać w strefach, w których gęstość zaludnienia wynosi minimum 1500 osób na 1 km².

W ujęciu funkcjonalnym miasto to miejsce o najwyższej koncentracji ludności i działalności (miejsce współdziałania na określonej przestrzeni handlu, komunikacji i wymiany informacji), a wraz z tym problemów gospodarczych, społecznych, kulturowych, technicznych, przyrodniczych i administracyjno-politycznych [8]. Miasto jest przede wszystkim jednostką osadniczą grupującą ludność zatrudnioną w zawodach pozarolniczych [9]. Specyfikę obszaru posiadającego wymienione cechy, poza oczywistą koncentracją popytu na towary, stanowią jego duże zróżnicowanie rodzajowe oraz wiele sposobów organizacji transportu ładunków w odpowiedzi na indywidualne wymagania odbiorców.

Koncentracja działalności transportowej wynika z faktu, że miasta to zespoły urbanistyczne, będące strefami węzłowymi aglomeracji [10]. Punktem centralnym aglomeracji jest duże miasto, które skupia wokół siebie różnego rodzaju formy działalności gospodarczej oraz usług dla ludności [11]. Pojęcie aglomeracji opisuje więc zjawisko przekraczania przez miasto swoich granic administracyjnych i oddziaływania na sąsiednie ośrodki osadnicze. Istotną rolę odgrywa w tym transport ładunków, ośrodek centralny aglomeracji staje się bowiem rynkiem zbytu, który oferuje dużą koncentrację popytu dla potencjalnych dostawców towarów i usług, będąc jednocześnie znaczącym generatorem przewozów. Potwierdza to ich szacunkowa struktura: 20–25% pracy przewozowej w obszarach zurbanizowanych realizowanych jest w relacjach poza miasto, 40–50% to przewozy do miasta, natomiast pozostały odsetek stanowią przewozy wewnętrzne [12]. Cechą charakterystyczną miasta jako swobodnego regionu ekonomicznego jest więc wysoki stopień otwarcia jego gospodarki, a jako regionu funkcjonalnego – pełnienie zadań na rzecz zarówno otoczenia zewnętrznego, jak i użytkowników wewnętrznych [13].

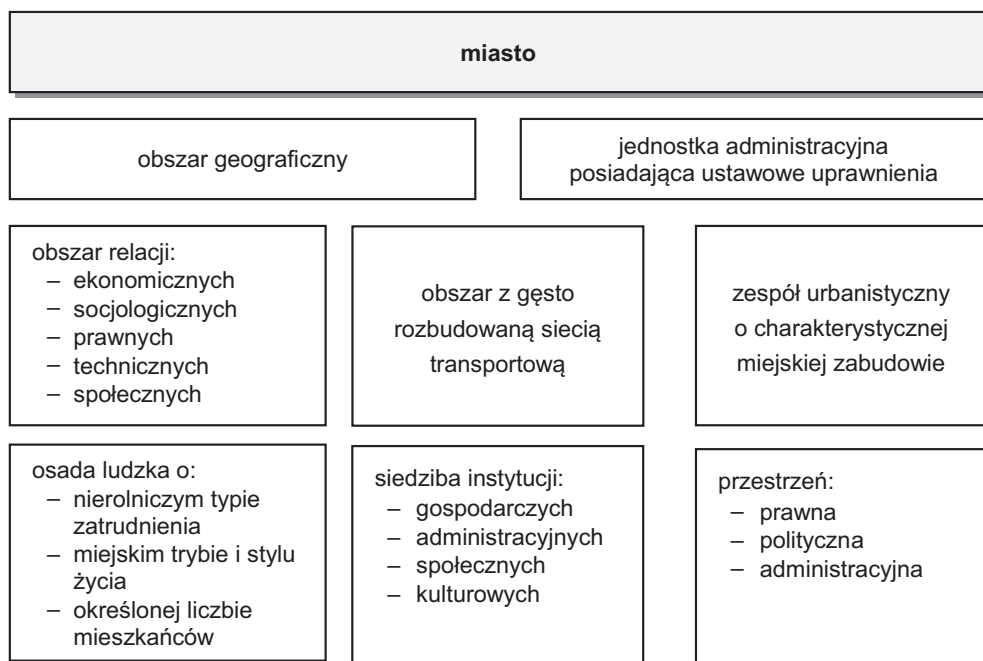
Podsumowując, można wskazać szereg wyznaczników miejskiego charakteru danego obszaru [10]:

- zwartość skupiska ludności;
- współistnienie różnych form działalności gospodarczej i aktywności zawodowej;
- zróżnicowanie mieszkańców pod względem społecznym, ekonomicznym i kulturowym;
- zwarta zabudowa występująca na dużym obszarze przy jednoczesnym dużym jej zróżnicowaniu funkcjonalnym i przestrzennym;
- częste zmiany sposobu zagospodarowania przestrzeni, wynikające ze zmian potrzeb mieszkańców oraz trendów rozwojowych lokalnej gospodarki;
- miejski styl życia, charakteryzujący się m.in. większym zapotrzebowaniem na usługi i towary wyższego rzędu.

Obszary funkcjonalne miasta przedstawia rys. 1.1.

Lokalizacja działalności gospodarczej w miastach jest związana z wieloma korzyściami aglomeracyjnymi, z których większość jest uzależniona od funkcjonowania transportu ładunków. Zalicza się do nich [14]:

- możliwość zapewnienia wyższego poziomu obsługi poprzez korzyści wynikające z dostępu do większej liczby odbiorców na zwartym przestrzennie obszarze;
- dostępność do zasobów infrastrukturalnych;
- większą dostępność wykwalifikowanych pracowników;
- występowanie zarówno konkurentów, jak i kooperantów, wpływających na konkurencyjność oferty;
- możliwość obniżenia kosztów magazynowania i transportu poprzez lokalizację zapasów blisko skoncentrowanego popytu oraz sprawne zarządzanie systemem dostaw.



Rys. 1.1. Obszary funkcjonalne miasta [14]

Korzyści aglomeracyjne mogą występować w trzech postaciach: korzyści skali, korzyści lokalizacji i urbanizacji. Korzyści skali pozwalają na zwiększenie zakresu świadczonych usług lub produkcji przy jednoczesnym obniżeniu ich kosztów jednostkowych poprzez zwiększenie bazy odbiorców, bez konieczności ponoszenia zwiększonych kosztów transportu. Korzyści lokalizacji są związane z występowaniem na danym obszarze podmiotów prowadzących podobną działalność. Naturalną konsekwencją tego stanu rzeczy jest ich konkurowanie o dostęp do rynku, przy jednoczesnym wzroście presji na miejski system transportowy. Korzyści urbanizacji dotyczą natomiast dostępności na danym obszarze innych podmiotów, których działalność może być korzystna ze względu na zwiększenie możliwości operacyjnych lub redukcję kosztów. Można do nich zaliczyć na przykład operatorów logistycznych świadczących usługi na rzecz producentów, jak również deweloperów powierzchni magazynowych zapewniających możliwość ich wynajmu bez ponoszenia nakładów inwestycyjnych, stanowiących poważną barierę wejścia na rynek.

Można przyjąć, że uzyskanie korzyści aglomeracyjnych jest uzależnione od charakteru relacji pomiędzy poszczególnymi grupami użytkowników oraz możliwości analizy ich skutków. Wszystkie podmioty aktywne na terenie miasta realizują własne funkcje gospodarcze, przy czym ich cele są często rozbieżne, co prowadzi do konfliktu interesów [15]. Struktura oraz charakter interakcji pomiędzy użytkownikami miejskiego systemu logistycznego wywierają znaczny wpływ na możliwości praktycznego zastosowania metod modelowania transportu ładunków. Jest to związane z umiejętnością prawidłowego odwzorowania zachowań poszczególnych uczestników procesów transportowych, jak również z racjonalnym określeniem zakresu analizy, tj. elementów procesu transportowego, których obserwacja

będzie podstawą opracowania odpowiednich procedur matematycznych służących opisowi charakterystyki obserwowanego zjawiska.

Powiązania pomiędzy poszczególnymi grupami podmiotów w miejskim systemie społeczno-gospodarczym należy rozpatrywać również przez pryzmat ekonomiki miasta, identyfikującej prawidłowości ekonomiczne rządzące procesami związanymi z jego funkcjonowaniem. Znajdują one wyraz w decyzjach strategicznych dotyczących sposobu wykorzystania ograniczonych zasobów przestrzennych oraz infrastrukturalnych. Wymagają weryfikacji możliwych scenariuszy decyzyjnych oraz ich konsekwencji, wyrażających się na przykład w postaci przyjęcia długofalowych planów rozwoju infrastruktury transportowej i towarzyszących im kierunków rozwoju przestrzennego. Może to dotyczyć na przykład analizy rozmieszczenia obiektów logistycznych w otoczeniu aglomeracji i ich wpływu na jej system transportowy [16]. Ważnym elementem tej analizy jest umiejętność oceny i prognozowania struktury przemieszczeń pojazdów towarowych, będących wynikiem powiązań pomiędzy różnymi formami działalności gospodarczej w mieście oraz jego otoczeniu.

Funkcjonalna struktura miasta przejawiająca się w postaci powiązań pomiędzy gospodarującymi na jego obszarze podmiotami pozwala na określenie roli transportu ładunków w systemie logistycznym miasta oraz na wskazanie, jakie czynniki mogą wpływać na wybór metod jego modelowania. W literaturze przedmiotu występuje wiele interpretacji podstawowych pojęć związanych z wymienionymi zagadnieniami, dlatego na potrzeby niniejszej pracy niezbędne jest doprecyzowanie stosowanej terminologii w sposób umożliwiający przeprowadzenie dalszych badań.

Transport towarowy definiuje się jako świadczenie usług polegających na przemieszczaniu ładunków oraz usług dodatkowych bezpośrednio z tym związanych [17]. Pod pojęciem towarów najczęściej rozumiane są dobra konsumpcyjne przeznaczone dla finalnego nabywcy, a więc będące przedmiotem obrotu handlu detalicznego w różnych jego formach organizacyjnych. Jednak w odniesieniu do usług transportowych realizowanych na terenie miasta zasadne jest posługiwanie się terminem ładunku, co ma związek z dużym udziałem przewozów, np. materiałów budowlanych czy materiałów związanych z produkcją i świadczeniem usług, które nie są towarami przeznaczonymi bezpośrednio na rynek zbytu [18].

Natomiast w odniesieniu do analizy transportu ładunków w miastach, jako dziedziny stosunkowo młodej w praktyce badawczej, nie funkcjonuje jego uniwersalna definicja. Wobec tego jako punkt odniesienia przyjęto wymagania opracowywanej metody wyboru modelu transportu ładunków, które pozwoliły na racjonalne określenie zakresu badań.

Na wstępie zidentyfikowano główne rodzaje przewozów ładunków występujących w miastach. Są to zarówno przewozy drobnicowe (dotyczące handlu detalicznego, dostaw bezpośrednich dla mieszkańców itp.), jak i przewozy całopojazdowe (na potrzeby przedsiębiorstw produkcyjnych) [19]. Trzeba zauważyć, że we współczesnej gospodarce rynkowej to nie produkcja, ale handel detaliczny reguluje cykl życia produktu i wymagania w zakresie logistyki jego dostaw [15]. Specyfiką miast jako węzłów sieci transportowej jest również występowanie przewozów tranzytowych, które nie mają bezpośredniego związku z działalnością podmiotów zlokalizowanych na jego obszarze. Utrudnia to analizę ich struktury na potrzeby modelowania. Do czynników zwiększających znaczenie transportu ładunków w miastach zalicza się [20]:

- rozwój społeczeństwa przemysłowego;
- trendy demograficzne;
- urbanizację;
- wymagania związane z dążeniem do zrównoważonego rozwoju.

Definicje rozpatrywane w odniesieniu do transportu ładunków w miastach wywodzą się ze źródeł zagranicznych. W Europie Zachodniej oraz Japonii i Stanach Zjednoczonych, ze względu na wysoki poziom rozwoju gospodarczego, najwcześniej dostrzeżono problemy związane z funkcjonowaniem transportu ładunków i rozpoczęto badania nad metodami ich rozwiązania. Jednym z pierwszych autorów, którzy podeszli do tego zagadnienia w sposób systemowy, był Ogden, który sformułował często przywoływaną definicję transportu towarowego w miastach (*urban goods movements*), określając go jako przepływ dóbr (w odróżnieniu od przepływów osób), realizowany do, z, w obrębie oraz przez obszar zurbanizowany [21]. Co prawda autor zastosował termin oznaczający dobra w rozumieniu towarów konsumpcyjnych (ang. *goods*), definicję tę jednak można łatwo odnieść do wszystkich ładunków przemieszczanych na terenie miasta.

Można wymienić również definicję przyjętą w raporcie Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD), w której pojęcie transportu ładunków zostało przedstawione w bardziej kompleksowy sposób, jako dostarczanie dóbr konsumenckich (nie tylko przez sprzedawców, ale również przez inne sektory, np. wytwórców) w obrębie śródmieścia i obszarów podmiejskich, z włączeniem przepływów zwrotnych [20]. Definicja ta dobrze odzwierciedla strukturę transportu ładunków, uwzględniając w niej również przepływy zwrotne, do których można zaliczyć komunalną gospodarkę odpadami i surowcami wtórnymi. Zawiera ona również ważne odniesienie do obszaru, w którym realizowane są przemieszczenia ładunków – zarówno śródmieścia, jak i terenów podmiejskich. Jest to istotne ze względu na zróżnicowanie źródeł popytu na transport ładunków w tych obszarach, wymagające uwzględnienia w metodyce prowadzonych badań.

Należy zwrócić uwagę, że definicje transportu ładunków w miastach domyślnie odnoszą się tylko do transportu drogowego. W literaturze przedmiotu można co prawda wskazać przykłady działań zmierzających do wykorzystania innych rodzajów transportu, takich jak transport szynowy (CarGoTram w Dreźnie) czy żegluga śródlądowa (tzw. Beer Boat w Utrechcie lub dostawy Sekwaną za pomocą barek w Paryżu), są to jednak rozwiązania jednostkowe, występujące w skali niezmiennącej ogólnej struktury rodzajowej transportu ładunków w miastach. Można je traktować jako przykłady dowodzące możliwości wprowadzenia zmian w systemie transportu ładunków pod warunkiem spełnienia specyficznych wymagań. Należy jednak pamiętać o bezsprzecznych korzyściach leżących u podstaw dominacji transportu drogowego, takich jak [22]:

- dostępność do podstawowych środków pracy, przejawiająca się możliwością podstawienia taboru praktycznie w dowolne miejsce;
- wysoka operatywność usługowa, polegająca na dyspozycyjności względnie dużej liczby środków przewozowych;
- duża elastyczność podróży, wyróżniająca się możliwością obsługi zróżnicowanego poziomu potrzeb bez ponoszenia dodatkowych nakładów inwestycyjnych;
- duża szybkość przewozu, mająca szczególne znaczenie na krótkich i średnich odległościach;
- terminowość wykonania usługi, wynikająca z możliwości realizowania przewozów zgodnie ze ściśle sprecyzowanym harmonogramem.

Wymienione korzyści podlegają jednak często negatywnej weryfikacji w odniesieniu do warunków ruchu w miastach (nadmierna kongestia transportowa, brak możliwości zatrzymania pojazdu w celu rozładunku itp.).

Analizując pojęcie transportu ładunków w miastach w kontekście wymagań jego modelowania, należy się odnieść do często stosowanego w literaturze przedmiotu terminu, jakim jest logistyka miejska. W źródłach krajowych jest on używany w stosunkowo szerokim zakresie i uwzględnia wszystkie rodzaje przemieszczeń i procesów logistycznych na terenie miasta [23]:

- towarowy, dostawczy i wywozowy transport w mieście oraz przewozy tranzytowe;
- zabezpieczenie i składowanie dóbr na rzecz miasta;
- osobowy transport miejski i podmiejski oraz osobowy ruch tranzytowy;
- zaopatrzenie miasta;
- wywóz z miasta odpadów i odprowadzanie nieczystości.

Ta rozbudowana definicja bywa dodatkowo uzupełniana o organizację sieci telekomunikacyjnej na terenie miasta [14]. Przekrojowe podejście do logistyki miejskiej przedstawia także Szoltysek [24], definiując ją jako ogół procesów zarządzania przepływami osób, ładunków i informacji wewnątrz logistycznego systemu miasta, zgodnie z jego potrzebami i celami rozwojowymi, z poszanowaniem ochrony środowiska naturalnego i z uwzględnieniem faktu, że miasto jest organizacją społeczną, której nadrzędny cel stanowi zaspokajanie potrzeb swoich użytkowników.

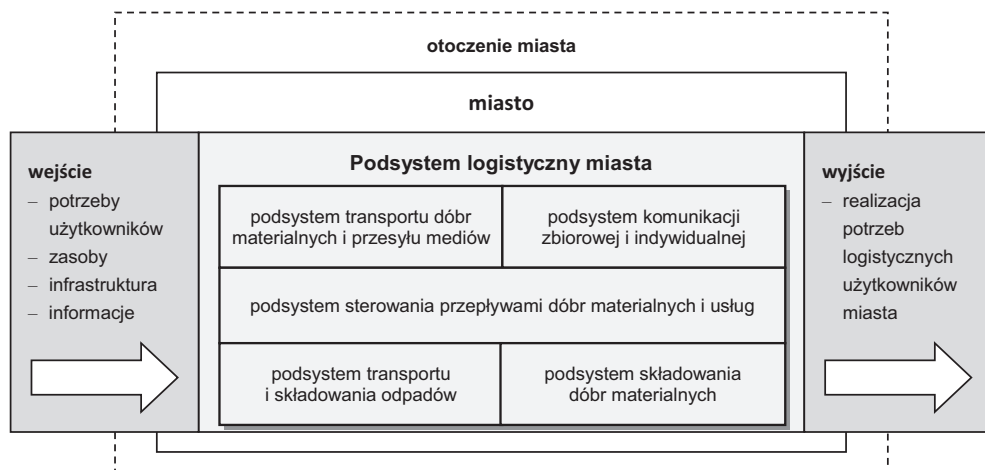
Przyjmując słuszność przyjmowanych nadrzędnych celów zarządzania logistyką miejską, takich jak zrównoważone wykorzystanie zasobów miasta i zaspokojenie potrzeb jego użytkowników, można stwierdzić, że definicje logistyki miejskiej cechują się zbyt szerokim zakresem w odniesieniu do praktycznych wymagań modelowania przewozów ładunków. Próbuąc bowiem uwzględnić w ramach jednego pojęcia zarówno przewozy pasażerskie, jak i przewozy ładunków, należy pamiętać o odrębnych sposobach analizy tych przemieszczeń, metodach przetwarzania danych i sposobach wykorzystania uzyskanych wyników, jak również stosowanych do ich przetwarzania rozwiązań analitycznych.

Wobec tego, w nawiązaniu do podejścia przedstawionego przez Iwana [19], termin logistyka miejska będzie dalej utożsamiany z pojęciem transportu ładunków w miastach, cechującym się węższym znaczeniem, zgodnie z którym jest to proces optymalizacji działań logistycznych, realizowanych przez prywatne przedsiębiorstwa w granicach miasta, z uwzględnieniem otoczenia w postaci ruchu drogowego, wielkości kongestii transportowej oraz ograniczenia zużycia energii w warunkach gospodarki rynkowej [25]. Taka interpretacja logistyki miejskiej jest bliższa problematyce modelowania przewozów ładunków, ponieważ:

- zakłada optymalizację działalności logistycznej;
- uwzględnia działalność podmiotów prywatnych działających na rynku logistycznym i w handlu detalicznym;
- bezpośrednio odnosi się do transportu drogowego jako podstawowego sposobu realizacji usług transportowych, jak również czynnika oddziałującego na otoczenie systemu transportowego;
- odnosi się do pojęcia wielkości kongestii transportowej jako jednego z podstawowych problemów w efektywnej realizacji procesów dystrybucyjnych;
- zakłada działanie w warunkach rynkowych, co implikuje fakt, że ewentualne działania usprawniające podejmowane w obszarze transportu ładunków muszą uwzględniać interesy i specyfikę działalności jego poszczególnych użytkowników, stawiając wysokie wymagania narzędziom modelowania.

Przyjmując taką definicję, modelowanie transportu ładunków można umiejscowić w strukturze miejskiego systemu logistycznego, przedstawionego na rys. 1.2. Modelowanie zawiera się w ramach podsystemu transportu dóbr materialnych. Uzyskane dane charakteryzujące stan systemu transportu ładunków oraz zachowania jego użytkowników powinny być wykorzystane w kształtowaniu zasad sterowania przepływami dóbr materialnych i usług. Wskazane jest weryfikowanie zmian struktury przemieszczeń pojazdów towarowych w rezultacie planowanych rozwiązań usprawniających, np. regulacji dostępu do wybranych obszarów miasta lub zmiany podaży infrastruktury transportowej.

Oceniając wymagania modelowania transportu ładunków z uwzględnieniem potrzeb samorządu lokalnego, należy zwrócić uwagę na możliwość jego integracji z pozostałymi podsystemami miejskiego systemu transportowego. Najczęściej jest to realizowane poprzez integrację macierzy przemieszczeń pojazdów osobowych i transportu zbiorowego z macierzami przemieszczeń pojazdów towarowych lub też wyrażenie liczby pojazdów towarowych w postaci wartości przeliczeniowych odpowiadających pojazdom osobowym. Pozwala to określić wpływ transportu ładunków na wykorzystanie dostępnej infrastruktury drogowej.



Rys. 1.2. Struktura systemu logistycznego miasta [19, 26]

Cechy systemu logistycznego miasta determinują możliwość ich odwzorowania za pomocą modeli transportu ładunków. Zaliczają się do nich [14]:

- niejednorodność przejawiająca się jednoczesnym występowaniem wielu podsystemów;
- obecność powiązań technicznych, ekonomicznych, organizacyjnych, prawnych, społecznych, kulturowych, ekologicznych;
- hierarchiczność każdego z podsystemów;
- różny poziom rozwiązań i rozwoju elementów;
- złożoność;
- otwartość;
- duża wartość systemu jako całości;
- zmienność w czasie;
- dynamika zmian w poszczególnych podsystemach;
- nieliniowość powodująca możliwość wystąpienia efektów skali w poszczególnych podsystemach;

- nierównomierność przestrzenna, obszarowa, odcinkowa, punktowa;
- zróżnicowane sterowanie, związane z inercyjnością;
- adaptacyjność i celowość;
- różnorodność funkcji;
- równoczesne występowanie procesów długo- i krótkotrwałych.

Z punktu widzenia opracowania metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków na uwagę zasługują takie cechy, jak niejednorodność, występowanie zróżnicowanych powiązań, zmienność w czasie oraz różnorodność funkcji. Wdrożenie modelowania transportu ładunków do praktyki zarządzania systemem logistycznym miasta powinno uwzględniać oddziaływanie tych czynników oraz uwarunkowania wynikające z kompetencji i doświadczenia lokalnych samorządów w zarządzaniu systemem transportowym. Samorząd miejski w ramach zadań własnych prowadzi długofalową politykę zarządzania systemem społeczno-gospodarczym, integrując poszczególne obszary funkcjonalne miasta, w tym podsystem logistyczny. Dysponuje w tym celu odpowiednimi mechanizmami organizacyjnymi i administracyjnymi, wyzwaniem jest natomiast zapewnienie możliwości ich wykorzystania w celowy sposób.

Zadanie optymalizacji wykorzystania dostępnych zasobów (finansowych, technicznych, infrastrukturalnych) zgodnie z długofalowym interesem społecznym wskazuje na konieczność stosowania narzędzi usprawniających procesy decyzyjne dotyczące zarządzania miejskim systemem transportowym. W przypadku modelowania transportu ładunków znaczenia nabiera neutralność miasta jako jednostki administracyjnej w stosunku do pozostałych użytkowników systemu transportowego. Jest to istotne w przypadku gromadzenia informacji o jego funkcjonowaniu oraz planowania rozwiązań usprawniających, wymagających uwzględnienia rozbieżnych interesów poszczególnych grup użytkowników.

Analiza cech miejskiego systemu logistycznego uwidacznia lukę badawczą dotyczącą możliwości przełożenia wymagań samorządów lokalnych w zakresie zarządzania transportem ładunków na umiejętność określenia wymagań dla modeli transportu ładunków. Nie sprzyja temu duże zróżnicowanie dostępnych modeli, przy których opracowaniu często kierowano się dążeniem do zweryfikowania przyjętych założeń metodologicznych, nie uwzględniając w pełni wymagań użytkowników końcowych. Do najważniejszych problemów w badaniach nad stosowaniem modeli transportu ładunków przez samorządy lokalne należy zaliczyć [27]:

- sceptycyzm kadry zarządzającej wobec modeli formalno-matematycznych, które powstają na podstawie statycznej analizy ruchu bez uwzględnienia doskonalenia przepływów informacyjnych;
- bardzo dużą złożoność miejskich systemów logistycznych oraz konkurencyjność celów ich interesariuszy;
- trudności z planowaniem i kontrolą miejskich systemów logistycznych ze względu na trudność pomiaru ilościowego i jakościowej oceny poziomu jego spójności;
- ogólnikowość i niską przydatność aplikacyjną modeli heurystycznych.

W przeciwieństwie do dobrze rozwiniętych modeli służących analizie przemieszczeń pasażerskich, w odniesieniu do transportu ładunków w miastach nie wykształciło się sprawdzone podejście analityczne. Prowadzone badania cechuje bardzo duża różnorodność stosowanej metodyki [28, 29], najczęściej jednak są one ograniczone do rozważań teoretycznych, opartych na fragmentarycznych źródłach danych. Brakuje przede wszystkim podejścia integracyjnego, obejmującego badania nad poszczególnymi obszarami funkcjonowania

miejskiego systemu transportowego, podporządkowanego potrzebom i możliwościom docelowych użytkowników.

Samorządy lokalne, odpowiedzialne za zarządzanie miejskim systemem transportowym, oczekują sprawdzonych w praktyce i gotowych do wdrożenia modeli. Niechętnie angażują się w kosztowne i długotrwałe prace badawczo-wdrożeniowe, które wykraczają poza podstawowy zakres ich kompetencji. Jednak dostępność kompleksowych modeli transportu ładunków w miastach ogranicza się do pojedynczych przypadków [30]. Dodatkowo, struktura dostępnych modeli jest wyraźnie powiązana z uwarunkowaniami lokalnymi, specyficznymi dla krajów ich opracowania. Dotyczy to głównie dostępności danych o funkcjonowaniu systemu transportu ładunków oraz zasad ich pozyskiwania, opracowywanych najczęściej odrębnie w każdym mieście. Są tylko dwa przykłady badań ustandaryzowanych na poziomie krajowym. W praktyce oznacza to, że nawet w pełni funkcjonalny model nie może być zaimplementowany poza krajem, dla którego go opracowano, wymaga bowiem określonego zakresu danych wejściowych. Konieczne jest również rzetelne odwzorowanie parametrów decydujących o niezawodności procesów logistycznych na obszarze miasta, co stanowi podstawę stworzenia wiarygodnego modelu transportu ładunków [31].

Przytoczone wnioski dotyczące roli modelowania transportu ładunków w miastach wskazują na potrzebę badań nad rozwiązaniami pozwalającymi samorządom lokalnym zweryfikować dostępne modele transportu ładunków pod względem możliwości ich praktycznego zastosowania w realizacji przyjętych celów polityki transportowej. Opracowanie metody wspomagającej ten proces wypełni lukę w obszarze badań naukowych dotyczących praktycznego wykorzystania modeli transportu ładunków jako narzędzi wspierających procesy decyzyjne związane z zarządzaniem miejskim systemem transportowym.

1.2. Zróżnicowanie organizacyjne transportu ładunków w miastach

Przedstawiona w poprzednim podrozdziale definicja transportu ładunków w miastach wskazuje na jego złożoność i konieczność precyzyjnego organizacyjnego wyodrębnienia w ramach miejskiego systemu transportowego. Będzie to warunkowało zakres badań niezbędnych do opracowania metody wyboru modelu transportu ładunków zapewniającego użyteczność wymaganą przez końcowego użytkownika, jakim jest samorząd lokalny.

Podstawowe zagadnienie w wyodrębnieniu transportu ładunków stanowi identyfikacja występujących w nim sposobów przemieszczania ładunków oraz struktur organizacyjnych, w jakich są one realizowane. W dalszych rozdziałach analizie zostaną poddane również inne zagadnienia charakteryzujące ten rodzaj transportu, takie jak struktura podmiotowa z uwzględnieniem roli samorządów lokalnych, oraz problematyka przedstawienia jego wiarygodnej charakterystyki ilościowej. Wymienione elementy analizy pozwolą na zidentyfikowanie zagadnień, jakie należy uwzględnić podczas formułowania wymagań dla metody wspomagającej samorząd w wyborze modelu transportu ładunków. Pierwszym krokiem jest systematyzacja przepływów ładunków z uwzględnieniem następujących kryteriów:

- rodzaj przepływów w zależności od miejsca rozpoczęcia i zakończenia przewozu;
- związek działalności transportowej ze strukturą przestrzenno-funkcjonalną miasta;
- wewnętrzne zróżnicowanie łańcuchów dostaw, charakteryzujące poszczególne rodzaje działalności gospodarczej.

Zgodnie z pierwszym kryterium do podstawowych rodzajów przemieszczeń ładunków w miastach zalicza się [32]:

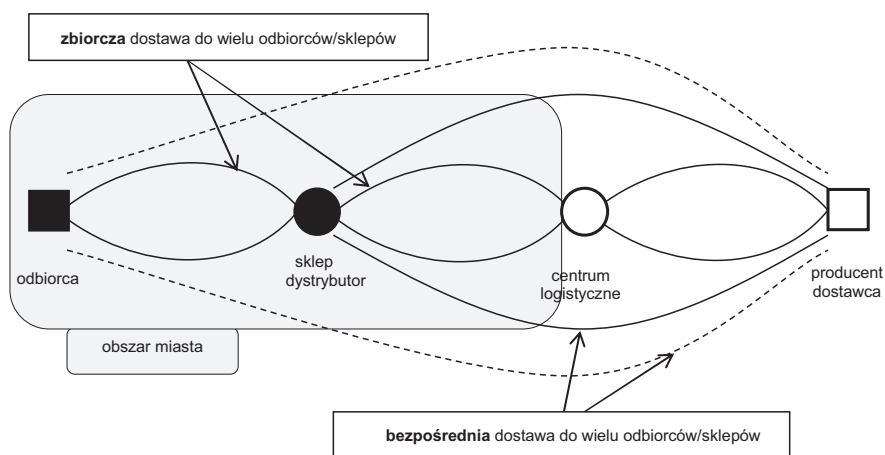
- przemieszczenia do obszaru miasta pochodzące z jego otoczenia;
- przemieszczenia z obszaru miasta do odbiorców zewnętrznych;
- przemieszczenia wewnątrz obszaru miejskiego;
- przemieszczenia o charakterze tranzytowym, których skala jest uzależniona od specyfiki położenia danego miasta oraz dostępności infrastruktury transportowej pozwalającej na wyprowadzenie ich poza obszar zurbanizowany.

Wymienione przemieszczenia odbywają się w tej samej przestrzeni miejskiej i konkurują o dostęp do ograniczonych zasobów infrastrukturalnych. Mimo to różnią się one w istotny sposób, jeżeli chodzi o parametry funkcjonalne, dotyczące m.in. sposobu organizacji przewozu, zaangażowanych podmiotów, rodzaju przewożonych ładunków czy wykorzystywanych pojazdów. Komplikuje to systematyzację przewozów ładunków w miastach, w przeciwieństwie np. do zbiorowego transportu pasażerskiego. Dlatego przystępując do analizy transportu ładunków z myślą o wykorzystaniu modeli transportowych jako narzędzi wspomagających działania lokalnego samorządu, należy zapewnić odpowiedni poziom szczegółowości odwzorowania badanego zjawiska.

Analizując transport ładunków w miastach, można również wprowadzić podział uwzględniający sposób jego organizacji ze względu na podmiot wykonujący przewóz. Podział ten jest istotny podczas doboru metody badania struktury przewozów, wskazuje bowiem głównego posiadacza danych. Ładunki w miastach mogą być przewożone przez [33]:

- odbiorców końcowych – przewozy są wykonywane samodzielnie przez odbiorców przemieszczających się z własnej siedziby do miejsc, w których nabywane są towary;
- sektor logistyczny (dostawców, przewoźników, dystrybutorów, hurtowników itp.), zaopatrujący odbiorców końcowych.

W szerszym ujęciu relacje pomiędzy podmiotami w transporcie ładunków w miastach przedstawia rys. 1.3.

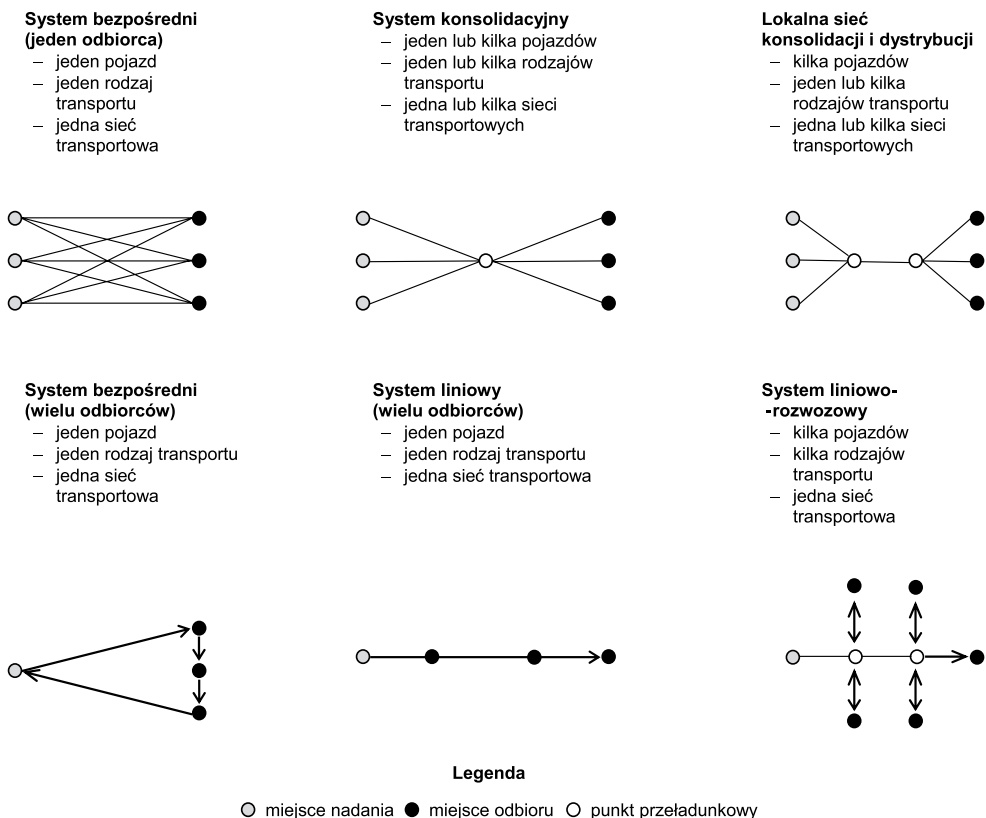


Rys. 1.3. Podstawowe relacje pomiędzy podmiotami w transporcie ładunków w miastach [34]

Ładunki mogą być dostarczane do końcowego odbiorcy w ramach zróżnicowanych łańcuchów dostaw, czyli:

- bezpośrednio, bez punktów pośrednich w postaci sklepów, hurtowni czy dystrybutorów na terenie miasta; producent lub dostawca wysyła towar bezpośrednio do odbiorcy;
- z jednym punktem pośrednim, którym zazwyczaj jest sklep detaliczny lub lokalny dystrybutor; w tym przypadku producent wykorzystuje sieć pośredników w celu zapewnienia dostępności towaru;
- z więcej niż jednym punktem pośrednim, którym zazwyczaj jest centrum logistyczne lub inny obiekt pełniący rolę węzła w łańcuchu dostaw, w którym możliwe jest dokonanie operacji zgodnie z wymaganiami odbiorcy, charakterem przewożonego produktu i strukturą procesu transportowego.

Przedstawione łańcuchy dostaw różnią się liczbą pojazdów wykorzystywanych w dostawie, strukturą modalną oraz – co się z tym wiąże – zapotrzebowaniem na infrastrukturę transportową, liniową i punktową. Ich ujęcie w strukturze modelu transportu ładunków narzuca stosowanie odpowiednich procedur matematycznych uwzględniających to zróżnicowanie oraz zasilenie ich odpowiednimi danymi. Rysunek 1.4 przedstawia modele organizacji przewozu w miejskim transporcie ładunków.



Rys. 1.4. Podstawowe modele organizacji przewozów w transporcie ładunków w miastach [35]

Stosowanie konkretnego modelu jest uzależnione od rodzaju odbiorcy oraz organizacji jego systemu zaopatrzenia. Sieciowi detaliści będą działali, opierając się na własnych sieciach dystrybucji i korzystając najczęściej z hierarchicznej sieci punktów pośrednich w postaci własnych centrów dystrybucyjnych. Odpowiada to modelowi lokalnej sieci dystrybucji przedstawionemu na rysunku 1.4. Natomiast wielu odbiorców, zwłaszcza niezależnych, działających na mniejszą skalę, zaopatruje się indywidualnie w ramach transportu własnego. Ich schemat działania będzie odpowiadał funkcjonalnie modelowi bezpośredniemu z jednym odbiorcą. Można również przyjąć, że samodzielne zaopatrywanie się niezależnych odbiorców przybiera niekiedy formę odwróconego systemu bezpośredniego z wieloma odbiorcami, w którym odbiorców na schemacie zastępują dostawcy (np. hurtownie, giełdy towarowe itp.). Odbiorca za pomocą własnego transportu dokonuje zakupów niezbędnych towarów u kilku dostawców i następnie przewozi je do swojej siedziby. Wybór pomiędzy dostawą bezpośrednią a realizowaną w ramach rundy z kilkoma punktami pośrednimi zależy od następujących czynników:

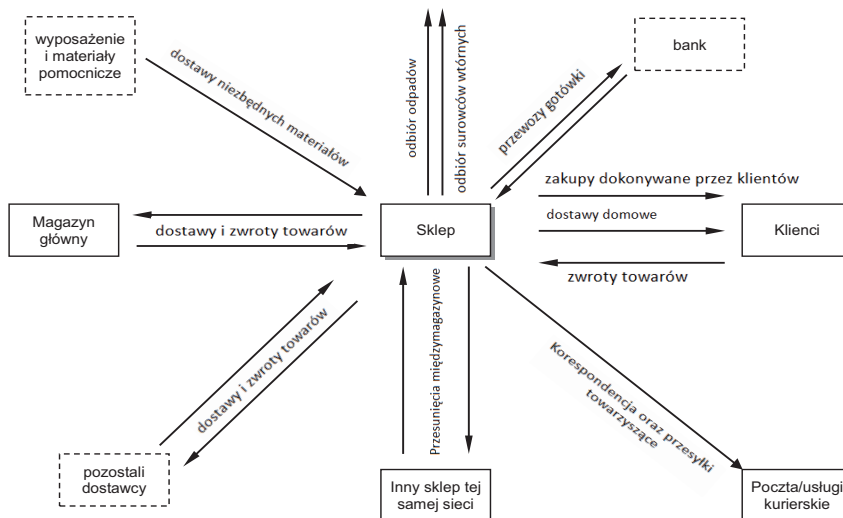
- wielkość partii towaru do dostarczenia lub odebrania;
- rozmieszczenie punktów nadania i odbioru;
- występowanie obostrzeń odnośnie do czasu dostawy lub możliwości wjazdu do danego obszaru miasta (czasowe ograniczenia dostępności);
- poziom centralizacji łańcucha dostaw, który wpływa na możliwość konsolidacji towarów pochodzących z różnych źródeł;
- ładowność pojazdu wykorzystywanego w dostawie.

Konieczność jednoczesnego uwzględnienia dwóch sposobów organizacji dostaw jest bardzo ważnym zagadnieniem w ilościowej analizie transportu ładunków w miastach, które wpływa na użyteczność jego modeli. Struktura przemieszczeń towarów niezbędnych do funkcjonowania podmiotów gospodarczych wynika zarówno z rodzaju prowadzonej działalności, jak i z oddziaływania otoczenia, w tym struktury miejskiego systemu transportowego. Najważniejsze czynniki oddziałujące na zróżnicowanie charakterystyki transportu ładunków związanego z funkcjonowaniem poszczególnych podmiotów wynikają z [36]:

- zróżnicowania przepływów różnych rodzajów towarów, zarówno odbieranych, jak i nadawanych;
- częstotliwości realizacji przewozów, ich zmienności w czasie oraz sezonowości, formy organizacji transportu, charakterystyki środków transportu;
- struktury systemu zaopatrzenia, czyli m.in. liczby dostawców, poziomu centralizacji systemu dostaw, procesu składania zamówień;
- godzinowego oraz dziennego rozkładu dostaw towarów;
- wielkości poszczególnych dostaw lub odbiorów towarów, czasu niezbędnego do ich załadunku lub rozładunku.

Przykładowe rodzaje przepływów towarów generowanych przez detaliczny sklep sieciowy przedstawia rys. 1.5.

Oceniając funkcjonalne zróżnicowanie transportu ładunków, należy uwzględnić jego związek ze strukturą funkcjonalną miast, rozumianą ogólnie jako rozmieszczenie, wielkość i zróżnicowanie funkcji miejskich. Na poziomie lokalnym struktura miasta wpływa natomiast na intensywność wykorzystania terenu (gęstość zaludnienia i koncentracja miejsc pracy) oraz formy wykorzystania przestrzeni (rozmieszczenie punktowej i liniowej infrastruktury transportu bądź dominująca funkcja danego obszaru) [37].



Rys. 1.5. Schemat przepływów towarów związanych z funkcjonowaniem detalicznego sklepu sieciowego [36]

Przewozy ładunków są odzwierciedleniem specyfiki poszczególnych branż w odniesieniu do dominującego sposobu zaopatrywania, ale wpływ np. koncentracji odbiorców będzie również oddziaływał na możliwość realizowania dostaw zbiorczych. Intensywność zagospodarowania poszczególnych obszarów miasta bezpośrednio wpływa na charakter zapotrzebowania na towary. W centrach miast o historycznej strukturze przestrzennej można oczekiwać dużej liczby niezależnych detalistów i usługodawców, których sposób zamawiania w dużej mierze opiera się na częstych, ale niewielkich dostawach towarów w zależności od wielkości popytu. Są one wykonywane zasadniczo mniejszymi pojazdami dostawczymi, często samodzielnie przez przedsiębiorców. Wobec tego dane dotyczące np. liczby dostaw do odbiorców w śródmieściu mogą nie mieć zastosowania do obszarów peryferyjnych miasta, nawet w odniesieniu do tych samych rodzajów działalności gospodarczej. Utrudnia to prowadzenie badań ilościowych oraz narzuca konieczność stosowania przemyślanej metodyki uwzględniającej zróżnicowanie różnych obszarów funkcjonalnych miasta.

Należy zwrócić uwagę, że dotychczasowe badania dotyczące związku struktury funkcjonalnej miast i transportu koncentrowały się na miejskim transporcie pasażerskim. Miasta mogą wpływać na strukturę przemieszczeń osób poprzez odpowiednią politykę przestrzenną, np. poprzez unikanie tworzenia obszarów monofunkcyjnych czy odpowiednią dekoncentrację funkcji handlowo-usługowych oraz administracyjnych [38, 39]. Niewiele wiadomo natomiast o wpływie struktury miasta na przewozy ładunków [35]. Można wskazać trzy czynniki o ogólnym charakterze, wpływające na przestrzenną strukturę transportu ładunków w rozwiniętych gospodarkach krajów Europy Zachodniej:

- postępujący proces deindustrializacji w odniesieniu do tradycyjnych, terenochłonnych rodzajów działalności przemysłowej;
- wzrost przestrzennej koncentracji zapasów w wybranych, węzłowych punktach sieci logistycznych;

— wzrost cen gruntów w centrach miast oraz nadmierny wzrost kongestii drogowej, co powoduje przenoszenie funkcji magazynowych w miejsca o niższym koszcie zakupu powierzchni magazynowej.

Czynniki te występują również w różnej skali w Polsce, jako konsekwencja rozwoju infrastruktury transportowej oraz ogólnego wzrostu konsumpcji, sprzyjającego adaptacji schematów organizacji systemów logistycznych funkcjonujących w Europie.

Pierwsze z wymienionych zjawisk, deindustrializacja, doprowadziło do ograniczenia zapotrzebowania na tereny wykorzystywane w celach produkcyjnych i magazynowych, które wcześniej znajdowały się często w obrębie intensywnej zabudowy miejskiej [40]. Drugi czynnik, czyli koncentracja zapasów, spowodował ograniczenie liczby punktów węzłowych łańcuchów dostaw (magazynów, centrów dystrybucji), przy jednoczesnym zwiększeniu ich przepustowości oraz przestrzennego zakresu obsługi [35]. Było to spowodowane dążeniem do optymalizacji kosztów logistycznych poprzez ograniczanie zapasów oraz rozwojem infrastruktury transportowej, umożliwiającej lokalizację obiektów logistycznych w strategicznych punktach zapewniających bardzo dobrą dostępność do obsługiwanego obszaru.

Trzecim czynnikiem jest tendencja do przenoszenia istniejących obiektów logistycznych w miejsca bardziej oddalone od centrów miast, w poszukiwaniu niższych cen gruntów. Zjawisko to należy rozpatrywać co najmniej w dwóch aspektach. Z jednej strony relokacja obiektów logistycznych dalej od centrum miast ogranicza niepożądane oddziaływanie transportu zaopatrzeniowego, realizowanego najczęściej dużymi samochodami ciężarowymi w relacji np. pomiędzy głównym centrum logistycznym danej sieci handlowej a jej centrami regionalnymi lub lokalnymi. Z drugiej zaś strony wydłużeniu ulega odległość pokonywana przez pojazdy zaopatrujące końcowych odbiorców, czyli np. poszczególne placówki handlowe danej sieci, a ich praca przewozowa jest wykonywana już w obszarach intensywniej zagospodarowanych. Powstaje więc swoiste błędne koło przyczynowo-skutkowe, spowodowane obserwowanym w wielu miastach na świecie zjawiskiem określanym jako *logistics-sprawl* [41]. Proces ten nie jest jednorodny i jest uzależniony od rodzaju prowadzonej działalności [42]. Zjawisko rozpraszania lokalizacji obiektów logistycznych potwierdzają również badania przeprowadzone w Atlancie [43] oraz Los Angeles [44].

Związek transportu ładunków ze strukturą przestrzenną miasta przejawia się też na poziomie lokalnym, dotyczącym sposobu oraz intensywności wykorzystania poszczególnych obszarów. Relacja tych dwóch czynników jest wykorzystywana w badaniach ukierunkowanych na poznanie charakterystyki generacji popytu na przewozy ładunków w wyodrębnionych typach obszarów miejskich [45]. Stosuje się pojęcie profilu logistycznego, klasyfikującego strefy z punktu widzenia ich popytu na towary i związanych z tym przemieszczeń pojazdów dostawczych [46]. Metodę tę wykorzystano w odniesieniu zarówno do portugalskiej Lizbony, jak i do Francji – w zakresie analizy zmian modelu organizacji dostaw realizowanych przez francuskiego operatora pocztowego La Poste [47].

Analizę związku struktury przestrzennej miasta z funkcjonowaniem transportu ładunków można także przenieść na poziom bardziej szczegółowy, jaki stanowi zagadnienie dostępności miejsc dostaw. Jest to problem często pomijany, wspólny jednak dla większości form organizacji transportu ładunków, który wpływa na charakterystykę przemieszczeń pojazdów towarowych. W obszarach o ograniczonej dostępności miejsc postojowych bardzo częste są utrudnienia w ruchu, spowodowane przez nieprawidłowo zaparkowane pojazdy towarowe [48, 49], których kierowcy koncentrują się na uzgodnionych terminach dostaw [50]. Jednocześnie problemy z realizacją dostawy są jednym z podstawowych zastrzeżeń

zgłaszanych przez operatorów logistycznych odnośnie do warunków prowadzenia przez nich działalności oraz możliwości podjęcia działań usprawniających [51]. Może to sugerować potencjalny kierunek działań samorządów lokalnych w kwestii poprawy jakości transportu ładunków, wskazując, jakie informacje mogą być niezbędne do jakościowej oceny planowanych działań. Jest to więc zagadnienie mogące bezpośrednio wpływać na optymalizację przewozów i powinno być rozpatrywane w kontekście możliwości zatrzymania pojazdu dostawczego w celu wykonania operacji dostawy towaru lub jego odbioru, przy zachowaniu zasad bezpieczeństwa ruchu drogowego, przepisów o ruchu drogowym oraz ograniczeniu niekorzystnego oddziaływania na bezpośrednie otoczenie, np. poprzez nadmierny hałas towarzyszący manipulacjom ładunkiem [52].

Znając podstawowe relacje pomiędzy strukturą funkcjonalną miasta a transportem ładunków, można podsumować charakter tych powiązań. Jest to ważne dla prawidłowego zrozumienia specyfiki badanego zagadnienia i właściwego wyodrębnienia go w ramach miejskiego systemu transportowego. Takie czynniki, jak wielkość miasta, liczba i rozmieszczenie mieszkańców oraz miejsc pracy, dostępność liniowej i punktowej infrastruktury transportowej i logistycznej, wpływają na wielkość przewozów ładunków, rodzaj wykorzystywanych w tym celu pojazdów oraz strukturę organizacji procesu transportowego (tab. 1.1).

Tabela 1.1

Możliwe zależności pomiędzy transportem ładunków a cechami struktury przestrzennej miasta [35]

Cecha	Pokonany dystans	Częstotliwość podróży na mieszkańca lub miejsce pracy	Rodzaj transportu	Czas trwania przewozu	Zużycie energii
Liczba mieszkańców	potencjalny wzrost wraz ze wzrostem liczby ludności	brak zależności	większy ośrodek – większe prawdopodobieństwo dostępu do różnych rodzajów transportu	potencjalny wzrost wraz ze wzrostem liczby ludności	potencjalny wzrost wraz ze wzrostem liczby ludności
Intensywność zagospodarowania: gęstość ludności i miejsc pracy	możliwy spadek za sprawą większego udziału dostaw łączonych (konsolidacja) przy większej gęstości odbiorców	brak zależności	dla wybranych rodzajów towarów możliwe dostawy niezmotywowane (np. rower towarowy)	możliwy spadek za sprawą większego udziału dostaw łączonych (konsolidacja) przy większej gęstości odbiorców	możliwy spadek za sprawą większego udziału dostaw łączonych (konsolidacja) przy większej gęstości odbiorców
Zróżnicowanie struktury funkcjonalnej miasta	możliwy spadek za sprawą większego udziału dostaw łączonych (konsolidacja) przy większym zróżnicowaniu funkcjonalnym	brak zależności	brak zależności	możliwy spadek za sprawą większego udziału dostaw łączonych (konsolidacja) przy większym zróżnicowaniu funkcjonalnym	możliwy spadek za sprawą większego udziału dostaw łączonych (konsolidacja) przy większym zróżnicowaniu funkcjonalnym

cd. tab. 1.1

Dostępność miejsc wyładunku	niewielki spadek, tylko w sąsiedztwie siedziby odbiorcy	brak zależności	brak zależności	brak zależności	brak zależności
Struktura układu drogowego (dostępność transportowa)	możliwy wzrost wraz z pogorszeniem dostępności	brak zależności	brak zależności	możliwy wzrost wraz z pogorszeniem dostępności	możliwy wzrost wraz z pogorszeniem dostępności

Przedstawione cechy struktury przestrzennej miasta określają w ogólny sposób, jakie obszary powinny stanowić podstawę analizy funkcjonowania transportu ładunków. W prezentowanym zestawieniu są one wskazane opisowo na dużym poziomie ogólności, można je jednak wyrazić za pomocą znacznie bardziej szczegółowych kryteriów, umożliwiających o wiele dokładniejsze ich powiązanie z aktywnością transportu ładunków. Wybrane spośród nich mogą posłużyć jako zmienne wykorzystywane w jego modelowaniu, umożliwiając odwzorowanie złożoności organizacyjnej i podmiotowej badanego zjawiska.

Wzrost liczby mieszkańców danego ośrodka miejskiego spowoduje wzrost ogólnego zapotrzebowania na towary, ale nie przyczyni się znacząco do wzrostu częstotliwości podróży pojazdów dostawczych w przeliczeniu na jednego mieszkańca lub jedno miejsce pracy. Ten efekt będzie natomiast widoczny dzięki oddziaływaniu innych czynników, głównie wzrostu dochodu rozporządzalnego, który może się przyczynić do zwiększenia częstotliwości zakupów w nowych kanałach dystrybucji, głównie dzięki handlowi elektronicznemu.

Wzrost intensywności wykorzystania powierzchni miasta, wyrażony gęstością zaludnienia oraz koncentracją miejsc pracy, może być powodem zmniejszenia dystansu pomiędzy poszczególnymi punktami dostaw. W przypadku wybranych grup towarów przy uwzględnieniu wielu uwarunkowań zewnętrznych (np. istnienie strefy niskiej emisji w centrum miasta) możliwa jest realizacja dostaw w sposób alternatywny do transportu drogowego, np. z wykorzystaniem rowerów towarowych lub pieszo.

Zróznicowanie struktury funkcjonalnej miasta oznacza występowanie na jednym obszarze wielu funkcji: handlowych, usługowych, administracyjnych i mieszkaniowych. Unikanie tworzenia obszarów monofunkcyjnych, cechujących się jednym, przeważającym rodzajem popytu na dostawy towarów, może się przyczynić do zwiększenia liczby odbiorców możliwych do obsłużenia podczas jednej rundy pojazdu dostawczego. Również w tym przypadku można oczekiwać redukcji zużycia paliwa oraz emisji związanych z wykonaną pracą przewoźową.

Dostępność miejsc wyładunku będzie oddziaływała lokalnie na efektywność procesów transportowych. Zmniejszenie pokonanego dystansu może wystąpić w bezpośrednim sąsiedztwie siedziby odbiorcy. Nie należy jednak pomijać w tym przypadku wymienionych wcześniej czynników związanych z wykorzystaniem miejsc dostaw oraz ich wpływem zarówno na organizację pracy dostawców, jak i na warunki w miejscu realizacji dostawy.

Dostępność transportowa, wyrażona w postaci układu i struktury sieci drogowej, będzie wpływała bezpośrednio na dystans przebyty przez pojazdy towarowe. Układ zapewniający wiele alternatywnych dróg dojazdu do obsługiwanego obszaru pozwoli na bardziej równomierne rozłożenie ruchu pojazdów towarowych i uniknięcie nadmiernego obciążenia wybranych odcinków sieci, zwłaszcza w godzinach koncentracji dostaw.

Opracowanie kompleksowej diagnozy przewozów ładunków realizowanych w danym obszarze zurbanizowanym jest wyzwaniem, które przekracza możliwości zdecydowanej większości samorządów lokalnych. Jednym z niewielu przykładów mogą być wyniki badań będących efektem rozpoczętego we Francji w 1993 roku krajowego programu badań nad transportem ładunków w miastach, zainicjowanego przez francuskie Ministerstwo Transportu i francuską Agencję ds. Środowiska i Zarządzania Energią. Pierwsza faza projektu, realizowana w latach 1993–1996, była poświęcona wyłącznie opracowaniu i weryfikacji metodyki gromadzenia danych o przewozach ładunków w miastach, które wcześniej nie były dostępne na tym poziomie szczegółowości [53]. Podstawą badania było przyjęcie dostawy jako podstawowej modelowanej zmiennej. Wyniki badań dla Bordeaux przedstawia tabela 1.2.

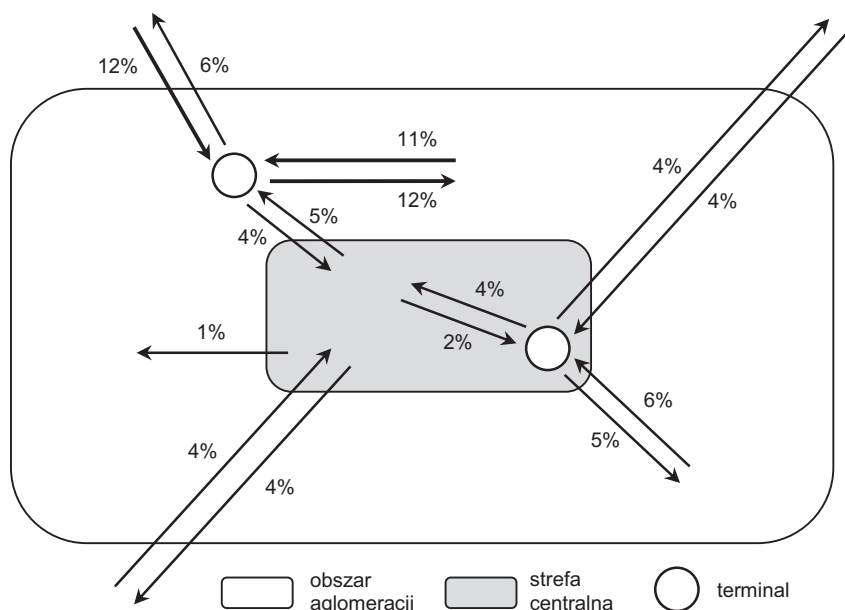
Tabela 1.2

Tygodniowa liczba przemieszczeń w aglomeracji Bordeaux [54]

Grupa	Liczba zatrudnionych	Liczba dostaw na 1 zatrudnionego	Liczba dostaw łącznie
38 500 podmiotów gospodarczych w kategoriach handel, usługi i produkcja	245 500	1,1	270 000
Administracja i usługi publiczne	87 100	0,2	17 500
Poczta, szpitale, wywóz odpadów, przeprowadzki, przewozy prywatne, puste przebiegi powrotne	dane szacunkowe	–	92 500
<i>Łączna liczba dostaw tygodniowo</i>			380 000

Uzyskane informacje pozwoliły na przedstawienie struktury przestrzennej przemieszczeń pojazdów towarowych wykonujących dostawy i odbiory, zilustrowanej na rys. 1.6, natomiast ich szczegółowa analiza zostanie zaprezentowana w dalszej części pracy. W tym czasie zarejestrowano trasy przemieszczeń 5430 pojazdów, z czego 55% miało masę całkowitą do 28 ton, a 45% – powyżej 28 ton. Na schemacie uwzględniono strefę centralną oraz obszar metropolitalny aglomeracji Bordeaux. Symbol terminalu oznacza wszystkie operacje wykonywane przez badanych operatorów z wykorzystaniem terminali zlokalizowanych w obszarze centralnym lub w aglomeracji, takich jak np. centra dystrybucyjne.

Czterdzieści trzy procent wszystkich przemieszczeń dotyczyło centrum miasta jako celu lub źródła podróży. Jednocześnie największe indywidualne strumienie przemieszczeń związane były z przewozami pomiędzy terminalami zlokalizowanymi w obszarze metropolitalnym a odbiorcami znajdującymi się również tym obszarze (12%) oraz z relacjami zwrotnymi (11%). Duży udział miały również przewozy spoza obszaru metropolitalnego do terminali w jego obszarze (12%). Przewozy bezpośrednie spoza obszaru aglomeracji do centrum stanowiły 4% wszystkich przemieszczeń (4% w relacji zwrotnej), podobnie jak przewozy spoza aglomeracji do terminali w centrum (również 4% w obu relacjach).



Rys. 1.6. Struktura przemieszczeń pojazdów ciężarowych na przykładzie obszaru metropolitalnego Bordeaux [53]

Odnosząc uzyskane wyniki do problematyki organizacyjnego zróżnicowania transportu ładunków w miastach, można znaleźć potwierdzenie przyjętych założeń o konieczności jego dokładnego wyodrębnienia w strukturze miejskiego systemu transportowego na potrzeby analizy dokonanej przez lokalny samorząd. Przewozy ładunków integrują strefę centralną miasta z jego otoczeniem metropolitalnym oraz podmiotami poza obszarem miasta. Każdy z wyodrębnionych rodzajów przewozów cechuje się odmienną organizacją, uwzględniającą liczbę i rodzaj zaangażowanych podmiotów i etapów przemieszczania oraz wykorzystanie punktów pośrednich, takich jak terminale czy centra dystrybucyjne. Nawet po zawężeniu obserwacji tylko do strefy centralnej można wskazać w niej zarówno krótkodystansowe przewozy wewnętrzne, jak i końcowy etap przewozów ładunków pochodzących spoza obszaru metropolitalnego.

To zróżnicowanie powoduje, że zarządzający miejskim systemem transportowym mają do czynienia z wieloma odrębnymi formami organizacji przewozów. Oznacza to ich różną podatność na podejmowane przez miasto działania usprawniające, jak również trudność w opracowaniu kompleksowej metody analizy transportu ładunków w miastach. Musi ona bowiem uwzględniać różnorodną szczegółowość danych źródłowych posiadanych przez poszczególnych uczestników procesów transportowych oraz rozproszenie ich głównych źródeł. Wynika stąd konieczność stosowania rozbudowanych metod pozyskiwania informacji, nieznajdujących odpowiednika w rozwiązaniach stosowanych powszechnie np. w zarządzaniu transportem pasażerskim. Co więcej, w przypadku tego ostatniego wszystkie działania odbywają się we względnie neutralnej strefie publicznej (np. badania zachowań komunikacyjnych czy pomiary ruchu drogowego). Natomiast uzyskanie informacji dotyczących charakterystyki aktywności transportu ładunków wymaga współpracy z sektorem

prywatnym, opartej na zasadzie dobrowolnego udziału. Może to ograniczać dostęp do najważniejszych danych, których nie można substytuować innymi metodami.

Zagadnieniem wynikającym z równoczesnego występowania wielu form organizacji przewozów w transporcie ładunków w miastach jest różnorodność wykorzystywanych pojazdów towarowych. Wyniki dostępnych badań struktury dostaw w Europie wskazują, że dominującą grupę pojazdów stanowią samochody dostawcze o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3,5 t, których udział wynosi 45–90%, w zależności od charakterystyki analizowanego obszaru [55–57]. Do podstawowych czynników wpływających na poziom ich wykorzystania zalicza się m.in. dążenie do ograniczania poziomu zapasów w łańcuchach dostaw, skutkujące częstszymi dostawami mniejszych partii towarów, wzrost liczby i restrykcyjności regulacji ograniczających ruch pojazdów ciężarowych [58] oraz rosnącą popularność dostaw ekspresowych [59, 60]. Rynek usług transportowych wykorzystujących pojazdy dostawcze rozwija się szybciej niż pozostałe rodzaje przewozów [61], przy czym większość ich pracy przewozowej jest realizowana w obszarach zurbanizowanych, na odległościach rzadko przekraczających 150 km dziennie [62]. Obserwowane tendencje w transporcie ładunków w Europie wskazują, że będzie następował dalszy wzrost wykorzystania pojazdów dostawczych kosztem pojazdów ciężarowych [60].

Wykorzystywanie kilku kategorii pojazdów towarowych, nawet przy dominacji pojazdów dostawczych, utrudnia opracowanie wiarygodnej charakterystyki tego systemu. Często w ramach jednego procesu transportowego następuje zmiana rodzaju pojazdu towarowego. Ogranicza to możliwość stosowania prostych zasad konwersji, opartych na estymacji masy przemieszczanych towarów, przekładanej następnie na liczbę pojazdów z uwzględnieniem przeciętnych współczynników wykorzystania ładowności. Dodatkowo, przewozy ładunków w miastach mają wspólną cechę w postaci niedostatecznego wykorzystania ładowności pojazdów, zróżnicowanego jeszcze w obrębie poszczególnych grup towarowych i rodzajów odbiorców [63].

Poddane analizie kwestie związane z organizacyjnym zróżnicowaniem transportu ładunków w miastach potwierdzają, że należy go traktować jako odrębny rodzaj przewozów z uwzględnieniem konieczności stosowania odpowiednich metod analizy i modelowania. Pomińcie tego zagadnienia wiąże się z ryzykiem nieefektywnych działań samorządu lokalnego jako podmiotu zarządzającego miejskim systemem transportowym.

1.3. Struktura podmiotowa transportu ładunków w miastach

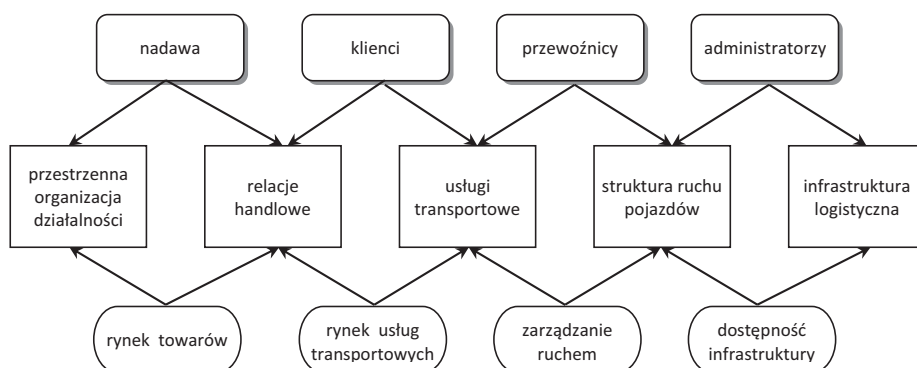
System transportu ładunków w miastach charakteryzuje, jak wykazano wcześniej, wyraźna różnorodność przejawiająca się równoczesnym występowaniem wielu odrębnych sposobów organizacji procesu transportowego. Konsekwencją tego jest również zaangażowanie licznych uczestników tych procesów, których wzajemne relacje kształtują strukturę transportu ładunków w obszarach zurbanizowanych.

Zrozumienie wpływu aktywności poszczególnych podmiotów na funkcjonowanie transportu ładunków w miastach jest ważnym zagadnieniem w obszarze badań naukowych dotyczących analizy i modelowania tego systemu. Niedostateczne rozpoznanie tego problemu lub niezwyfikowane przenoszenie wzorców stosowanych w odniesieniu do innych rodzajów transportu może prowadzić do nadmiernego uproszczenia obrazu badanego zjawiska ze szkodą dla praktycznego wykorzystania wyników prowadzonych badań. Dotyczy to między innymi określenia sposobu i miejsca pozyskiwania podstawowych danych oraz

– przede wszystkim – wyboru podstawowej zmiennej, która posłuży do modelowania transportu ładunków w miastach.

Problemem jest nie tylko liczba występujących podmiotów, ale także fakt, że mogą one dostarczyć informacji dotyczących jedynie własnego obszaru działalności. Dodatkowo, system transportu ładunków w miastach współtworzą przedstawiciele sektora prywatnego i publicznego, co nie ułatwia współpracy w pozyskaniu informacji, będących często zastrzeżonymi zasobami podmiotów prywatnych. Wymienione ograniczenia powodują, że duża liczba modeli transportu ładunków cechuje się ograniczoną funkcjonalnością ze względu na trudność w prawidłowym odzwierciedleniu jego struktury podmiotowej. Wobec tego zagadnienie to powinno być integralnym elementem badań zmierzających do opracowania efektywnych modeli transportu ładunków w miastach.

Strukturę systemu transportu ładunków w miastach z uwzględnieniem jego uczestników oraz obszarów ich oddziaływania ilustruje rys. 1.7. Wyróżniono na nim cztery główne grupy podmiotów, czyli nadawców (dystrybutorów), przewoźników, klientów (odbiorców) oraz administratorów (samorząd lokalny). Każdy z zaangażowanych podmiotów jest powiązany w bezpośredni sposób z najbliższymi obszarami funkcjonalnymi. Działania poszczególnych podmiotów wpływają pośrednio na cały system, jednak bezpośrednio mogą one oddziaływać tylko na swoje najbliższe otoczenie. Dystrybutor może zmienić lokalizację własnych obiektów logistycznych w odpowiedzi na zmianę wielkości popytu lub struktury zaopatrzenia, ale nie będzie mógł wpłynąć na dostępność infrastruktury transportowej. Również przewoźnik może wprowadzić nowe metody dynamicznego planowania tras pojazdów w celu zmniejszenia strat czasowych spowodowanych rosnącą kongestią, ale nie będzie miał bezpośredniego wpływu na strukturę ruchu w mieście. Z punktu widzenia ilościowej oceny parametrów transportu ładunków poważnie ogranicza to dostępność informacji, które cechują się zróżnicowaną strukturą, zakresem i horyzontem czasowym, jedynie fragmentarycznie opisując stan systemu.



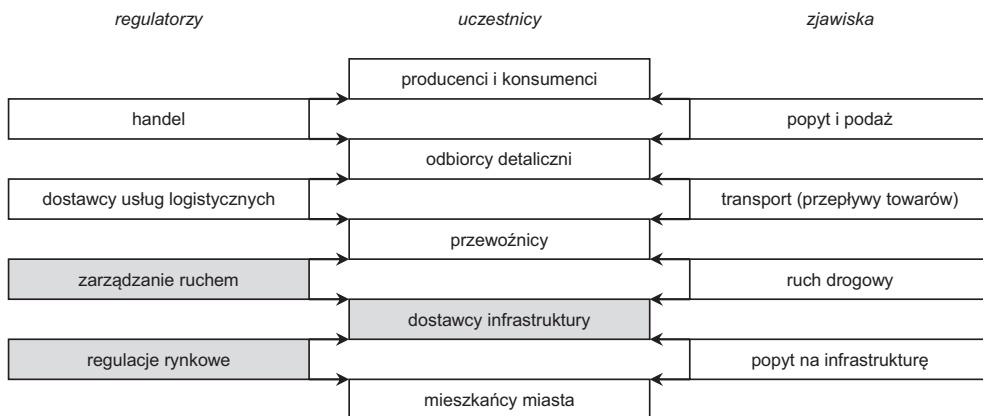
Rys. 1.7. Podmioty w transporcie ładunków w miastach oraz obszary ich oddziaływania [64]

Mimo zróżnicowania systemów administracji publicznej i podziału kompetencji pomiędzy instytucje centralne i samorządowe w poszczególnych państwach, można wyodrębnić ogólny zakres ich odpowiedzialności w odniesieniu do transportu ładunków:

— administracja lokalna (najczęściej władze miejskie), która odpowiada za zarządzanie miejską infrastrukturą transportową, planowanie przestrzenne, pozwolenia na budowę

- itp., coraz częściej realizowane również w ramach porozumień z innymi samorządami lokalnymi w celu realizacji zadań o charakterze metropolitalnym;
- administracja centralna, która tworzy i zarządza infrastrukturą transportową o zasięgu krajowym, wprowadza normy prawne i techniczne określające zasady prowadzenia działalności transportowej oraz regulujące parametry eksploatacji pojazdów; dzięki temu powstają ramy prawne umożliwiające władzom samorządowym określone działania, np. wprowadzanie stref niskiej emisji;
 - pozostałe poziomy administracji w zależności od krajowych uwarunkowań; można zaliczyć tu również organizacje międzynarodowe, takie jak Komisja Europejska określająca normy obowiązujące we wszystkich państwach członkowskich Unii Europejskiej, jak np. europejski standard emisji spalin.

Rolę samorządu lokalnego można przedstawić tak jak na schemacie zaprezentowanym na rys. 1.8, na którym wskazano jego podwójną rolę – jednocześnie uczestnika i regulatora systemu transportu ładunków.



Rys. 1.8. Rola samorządu miejskiego jako uczestnika i regulatora systemu transportu ładunków [65]

W prezentowanym układzie typowym zadaniem samorządów jest dostarczanie infrastruktury transportowej. Jednak w odniesieniu do transportu ładunków należy je rozszerzyć o rolę regulatora. Jednym z jej przejawów jest sytuacja, w której samorząd poprzez odpowiednie jednostki organizacyjne i systemy wspomagające zarządza ruchem pojazdów, drugim natomiast – oddziaływanie na funkcjonowanie transportu ładunków poprzez regulacje.

Pierwsze zagadnienie może dotyczyć systemów sterowania ruchem pojazdów, coraz częściej wprowadzanych również w Polsce [66, 67], które po rozbudowaniu o dodatkowe funkcje mogą się stać narzędziem zarządzania ruchem pojazdów towarowych. Mogą one również w pewnym stopniu służyć do bieżącego analizowania jego wielkości i struktury [68]. Inne rozwiązanie w tej dziedzinie może polegać na kontroli i egzekwowaniu regulacji odnośnie do parametrów technicznych pojazdów ciężarowych, np. przy wykorzystaniu systemów *Weigh-in-Motion* [69].

Natomiast możliwość oddziaływania na rynek transportu ładunków za pomocą regulacji jest bezpośrednio uzależniona od krajowego systemu prawnego, który może wyposażać samorządy w odpowiednie środki prawne, pozwalające np. na wprowadzenie systemu opłat

za wjazd określonych rodzajów pojazdów do wybranych stref miasta. Formą zaangażowania samorządu lokalnego jako regulatora jest przede wszystkim interweniowanie, w przypadku gdy skutki działalności transportowej są sprzeczne z interesem społecznym mieszkańców.

Jednak zakres rzeczywistego zaangażowania miast w działania dotyczące transportu ładunków jest najczęściej bardzo ograniczony. Jest to bowiem uzależnione z jednej strony od woli włączenia się w działania w najczęściej nowym dla miasta obszarze, a z drugiej – od umiejętności prognozowania skutków planowanych działań. Drugi z wymienionych czynników ma kluczowe znaczenie w sytuacji podejmowania interwencji dotyczących systemu transportowego, oddziałujących na strukturę ruchu oraz warunki funkcjonowania podmiotów rynkowych. Każde takie działanie powinno być poprzedzone dokładną analizą scenariuszy rozpatrywanych zmian. Możliwość jej wykonania opiera się natomiast na znajomości więcej niż tylko podstawowych cech transportu ładunków i wyborze narzędzia, najczęściej w postaci odpowiedniego modelu transportowego. Do tej pory nie opracowano jednak metody wspomagającej samorządy lokalne w jego wyborze. Może to wynikać z nieumiejętności oceny funkcjonalności poszczególnych modeli w odniesieniu do wymagań użytkowników, wynikających z zakresu planowanych działań dotyczących transportu ładunków.

Istnieje kilka przesłanek, które mogą wzmocnić motywację samorządów lokalnych do rozważenia możliwości stosowania modeli transportu ładunków:

- ustawowa odpowiedzialność za lokalny system transportowy, w związku z którą istnieją już pewne wypracowane mechanizmy zarządcze, wymagające uzupełnienia o narzędzia i procedury dostosowane do specyfiki transportu ładunków w miastach;
- możliwość występowania w roli neutralnego negocjatora pomiędzy uczestnikami procesów transportowych, gwarantującego bezpieczeństwo przekazywanych informacji oraz zapewniającego równowagę w siłach oddziaływania poszczególnych grup podmiotów; jest to oczywiście zadanie złożone, ale jedynie miasto może się podjąć stworzenia płaszczyzny współpracy dla zainteresowanych stron;
- dostępność do funduszy niezbędnych do realizacji prac koncepcyjnych, opracowania studiów wykonalności czy przeprowadzenia badań;
- możliwość koordynacji regulacji w różnych obszarach, tworzących lepsze warunki dla współpracy uczestników transportu ładunków;
- możliwość zapewnienia ciągłości działań poprzez uwzględnienie problematyki transportu ładunków w dokumentach strategicznych oraz kształtowanie świadomości osób odpowiedzialnych za obszary administracji wpływające na szeroko pojęty rynek przewozów ładunków (zarządzanie infrastrukturą, planowanie przestrzenne, gospodarka, polityka społeczna).

Analizując potencjalną rolę samorządu lokalnego w transporcie ładunków, warto zweryfikować, jakie przejawy tej działalności mogą być obszarem zainteresowania miasta, na przykład w celu ograniczenia niepożądanych skutków działalności transportowej. Przedstawia je tabela 1.3.

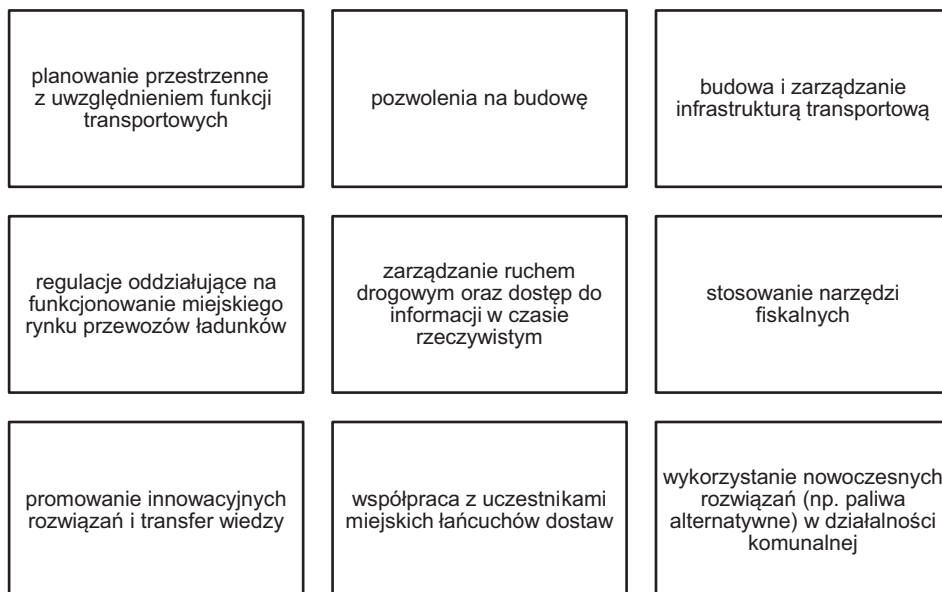
Na szczeblu lokalnym administracja samorządowa w odniesieniu do transportu ładunków może się angażować aktywnie w wielu obszarach w celu zapewnienia sobie możliwości zarówno dobrego poznania charakterystyki transportu ładunków, jak i wypracowania metod skutecznego reagowania na problemy. Postulowane zadania lokalnych władz samorządowych w tej dziedzinie można przedstawić zgodnie ze schematem zaprezentowanym na rys. 1.9.

Tabela 1.3

Możliwość oddziaływania na transport ładunków przez samorząd lokalny [70]

Przejawy funkcjonowania transportu ładunków w miastach	Działania ograniczające	Odpowiedzialny poziom administracji publicznej
Praca przewozowa w obszarze miejskim/liczba dostaw	konsolidacja ładunków	lokalny (miasto)
	zmiana częstotliwości zamawiania towarów	lokalny (miasto)
	zmiana rodzaju transportu	krajowy
	narzędzia fiskalne (podatki, ulgi)	krajowy
	lokalizacja działalności (planowanie przestrzenne)	lokalny (miasto)
	opłata kongestyjna	lokalny (w zależności od regulacji na szczeblu centralnym)
	wyznaczone miejsca dostaw	lokalny (miasto)
	informacja o ruchu drogowym w czasie rzeczywistym	lokalny (miasto)
Zużycie paliw kopalnych w relacji do pracy przewozowej	wpływ na styl jazdy kierowców	lokalny (miasto)
	normy konstrukcyjne pojazdów	krajowy
	stosowanie biopaliw	krajowy
	stosowanie alternatywnych paliw i rodzajów napędu	krajowy
	dostawy niezmotoryzowane	lokalny (miasto)
Poziom emisji związany z działalnością transportową	normy emisji spalin	krajowy/międzynarodowy
	dodatkowe filtry spalin	krajowy
	strefy niskiej emisji	lokalny (w zależności od regulacji na szczeblu centralnym)
Poziom hałasu związany z realizacją dostaw	wpływ na zachowanie kierowców	lokalny (miasto)
	normy techniczne pojazdów	krajowy/międzynarodowy
	wyposażenie dodatkowe pojazdów	lokalny (w zależności od regulacji na szczeblu centralnym)
	dostępność miejsc przeznaczonych do rozładunku (np. w obrębie budynków)	lokalny (miasto)
	wyznaczone czasy dostaw	lokalny (miasto)
Ryzyko wypadków drogowych	zachowanie kierowców	lokalny (miasto)
	wyposażenie pojazdów (np. dodatkowe lustra)	lokalny (w zależności od regulacji na szczeblu centralnym)
	parametry pojazdów (np. poprawa widoczności z kabiny)	krajowy/międzynarodowy

Przy uwzględnieniu złożoności analizowanego zjawiska nawiązanie współpracy pomiędzy sektorem publicznym i prywatnym powinno stanowić punkt wyjścia do prawidłowej analizy występujących problemów oraz identyfikacji najlepszych rozwiązań [72, 73]. Współpraca może dotyczyć również koordynacji działań pomiędzy innymi jednostkami samorządowymi w celu realizacji działań o zasięgu przekraczającym granice jednego miasta.



Rys. 1.9. Obszary docelowego zaangażowania samorządu lokalnego w funkcjonowanie transportu ładunków [71]

Wypracowanie odpowiednich mechanizmów, umożliwiających zaangażowanie uczestników procesów transportowych, w zdecydowanej większości przypadków przekracza możliwości samorządów lokalnych. Wymaga to dojrzałej kultury administracyjnej, opartej na sprawdzonych procedurach współpracy z mieszkańcami, stowarzyszeniami lub innymi lokalnymi grupami interesu. Na tym tle transport ładunków jest nowym i bardzo wymagającym obszarem działania. W jego przypadku trudniej niż np. w transporcie zbiorowym uzyskać jednomyslność co do społecznego uzasadnienia podejmowanych działań oraz neutralność względem poszczególnych grup interesariuszy.

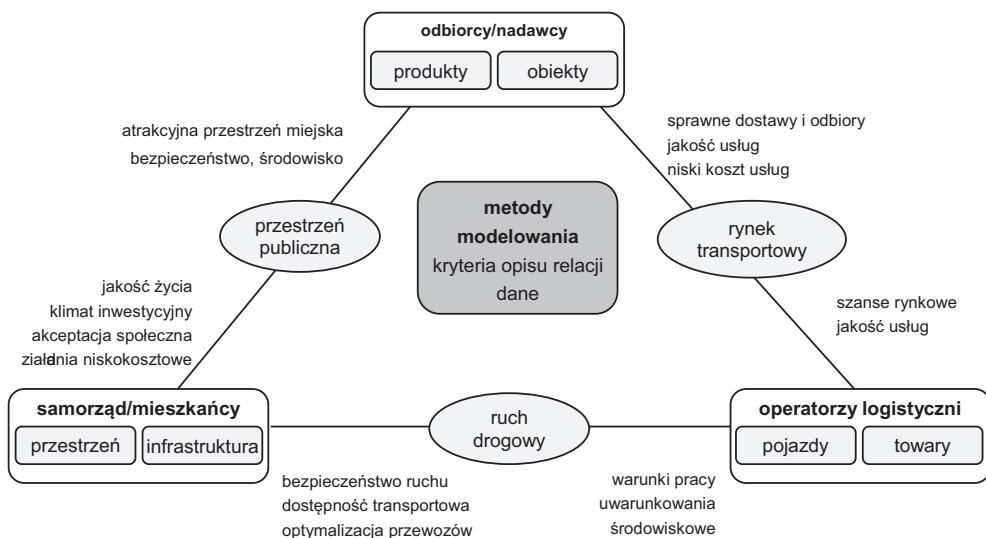
Dotychczas wskazano postulowaną rolę sektora publicznego, reprezentowanego głównie przez samorząd lokalny, w kształtowaniu transportu ładunków w miastach. Jednocześnie w sektorze prywatnym istnieje wiele zastrzeżeń odnośnie do udziału władz publicznych w kształtowaniu systemu transportu ładunków. Dotyczą one [74]:

- świadomości znaczenia jakości dostaw towarów i usług dla odbiorców w mieście w kontekście konieczności zachowania wysokiego poziomu konkurencyjności;
- wielkości i zróżnicowania zapotrzebowania na towary i usługi niezbędne do codziennego funkcjonowania podmiotów gospodarujących w mieście;
- znaczenia możliwości dostosowania charakteru operacji transportowych (czas i miejsce dostawy) do wymagań odbiorcy;
- struktury organizacyjnej i warunków działania operatorów logistycznych, zwłaszcza w związku z wymaganym przez odbiorców wysokim poziomem obsługi logistycznej;
- zmian, jakie zaszły na rynku producentów i dystrybutorów na przestrzeni ostatnich 20–25 lat, oraz ich wpływu na zapotrzebowanie na dostawy i związaną z tym strukturę przemieszczeń pojazdów;

— oddziaływania problemów związanych z funkcjonowaniem miejskiego systemu transportowego jako całości, wpływających na wszystkie aspekty rynku przewozu ładunków.

Przedstawione zagadnienia potwierdzają zarówno zasadność przyjętego wcześniej założenia o konieczności wyodrębnienia transportu ładunków w analizie systemu transportu ładunków w miastach, jak i konieczność przekrojowej analizy wszystkich aspektów jego funkcjonowania w sposób uwzględniający charakterystykę zaangażowanych podmiotów.

Dotychczasowa analiza pozwala na zidentyfikowanie podstawowych kryteriów, które mogą zostać wykorzystane do ilościowego opisu transportu ładunków oraz znaleźć zastosowanie w jego modelowaniu. Celem ich wyodrębnienia jest przedstawienie charakterystyki oddziaływania pomiędzy poszczególnymi uczestnikami systemu transportu ładunków. Przedstawia je rys. 1.10.



Rys. 1.10. Struktura relacji pomiędzy uczestnikami oraz obszarami funkcjonalnymi w transporcie ładunków w miastach [75]

Prezentowany system jest wynikiem powiązań pomiędzy odbiorcami zgłaszającymi popyt na towary, nadawcami (producentami), pośredniczącymi pomiędzy nimi operatorami logistycznymi oraz miastem, które reprezentuje interes mieszkańców. Na styku pomiędzy tymi grupami podmiotów tworzą się trzy zasadnicze obszary, definiujące funkcjonalną strukturę systemu. Pomiedzy odbiorcami i nadawcami działają operatorzy logistyczni, świadczący zróżnicowane usługi na rzecz obsługiwanych podmiotów, tworzący rynek logistyczny. Dla odbiorców i nadawców kluczowe znaczenie mają sprawne dostawy i odbiory oraz ich koszt, natomiast operatorzy logistyczni dążą do zapewnienia jakości usług oczekiwanej przez klientów. Przejawem funkcjonowania tej sfery są decyzje operatorów odnośnie do rodzaju wykorzystywanych pojazdów, wielkości i rodzaju przewożonych partii ładunków oraz rozmieszczenia obiektów logistycznych obsługujących przepływy ładunków.

Bezpośrednim efektem relacji zachodzących rynku transportu ładunków jest ruch pojazdów dostawczych i ciężarowych. Można co prawda wskazać również inne sposoby przemieszczenia ładunków, takie jak np. rowery dostawcze [76] czy coraz częstsze wykorzystanie

pojazdów elektrycznych [77, 78], jednak dominującym rodzajem transportu w miastach jest konwencjonalny transport samochodowy ze wszystkimi tego konsekwencjami. Ruch drogowy odbywa się z wykorzystaniem infrastruktury dostarczanej przez lokalny samorząd, dlatego jednym z ważniejszych czynników determinujących zaangażowanie miasta są wymagania względem jego efektywności. Stanowią one wynik dążenia do zrównoważonego rozwoju potencjału gospodarczego miasta oraz zapewnienia odpowiedniego standardu życia mieszkańców poprzez m.in. ograniczanie niepożądanego oddziaływania działalności transportowej. W interesie miasta jest również to, aby ruch pojazdów przewożących towary nie wpływał niekorzystnie na innych użytkowników ruchu, głównie pieszych i rowerzystów, w związku z charakterystyką wykorzystania pojazdów ciężarowych [79, 80].

Zadania samorządu lokalnego należą do najbardziej złożonych w całym systemie, jest on bowiem odpowiedzialny za zarządzanie przestrzenią miejską, w której spotykają się najczęściej rozbieżne potrzeby pozostałych użytkowników systemu transportu ładunków. Atrakcyjny klimat inwestycyjny musi zostać pogodzony z wysoką jakością życia mieszkańców oraz akceptacją społeczną, bez jednoczesnego ograniczania dostępności towarów i usług.

Wobec takich wyzwań miasto powinno zabiegać o możliwość poznania charakterystyki przewozów ładunków, co wskazano, umieszczając w centralnym miejscu rys. 1.10 metody modelowania wraz z kryteriami oceny i niezbędnymi danymi. Odpowiednio opracowane kryteria opisu relacji w systemie transportu ładunków stanowią podstawę wyboru odpowiedniej metody jego modelowania. Oparcie analizy na właściwych kryteriach opisu relacji świadczy o dysponowaniu przez miasto pogłębioną wiedzą na temat funkcjonowania transportu ładunków w miastach.

Kryteria opisu relacji odzwierciedlają powiązania pomiędzy podmiotami w transporcie ładunków. Wynikają one z zestawienia zmiennych charakteryzujących poszczególne aspekty funkcjonowania tego zjawiska, specyficzne dla zaangażowanych podmiotów. Zmienne można zestawiać ze sobą w różnych konfiguracjach, wykorzystując zmienne podstawowe oraz uzupełniające, co umożliwia kompleksowe odwzorowanie złożoności analizowanego systemu. Kryteria opisu są więc wskaźnikami, które można przedstawić ilościowo oraz poddawać analizie. Stanowią one również punkt wyjścia do określenia podstawowej modelowanej zmiennej i zmiennych objaśniających podczas wyboru modelu transportu ładunków. Kryteria opisu relacji w transporcie ładunków w miastach przedstawia tabela 1.4.

Liczba dostępnych kombinacji zmiennych podstawowych i uzupełniających wskazuje, że dobór właściwego podejścia metodycznego do modelowania transportu ładunków w miastach wymaga jednoznacznego określenia, czemu ma służyć docelowy model. Niezbędne jest więc wskazanie, w jakich obszarach planowane są działania wpływające na funkcjonowanie transportu ładunków. Ważne jest również zidentyfikowanie oczekiwań decydentów w zakresie potencjalnych rezultatów, co będzie wpływało na dobór odpowiednich narzędzi oddziaływania. Wiąże się to z różnorodnością występujących problemów stanowiących konsekwencję dużej liczby podmiotów uczestniczących bezpośrednio lub pośrednio w funkcjonowaniu transportu ładunków. W związku z tym ważnym problemem badawczym w wyborze odpowiedniego modelu jest identyfikacja posiadanych źródeł danych i metod ich pozyskiwania w odniesieniu do celów polityki transportowej w obszarze transportu ładunków oraz potencjalnych rozwiązań służących oddziaływaniu na ten system.

Tabela 1.4

Kryteria opisu relacji w transporcie ładunków w miastach [30]

Zmienna podstawowa	Zmienna uzupełniająca	Kryterium opisu relacji	Wyjaśnienie
Towar	przestrzen-na struktura aktywności gospodarczej	generacja zapo-trzebowania na towary	generowanie przepływu towarów ze wzglę-du na przestrzenną i funkcjonalną strukturę aktywności ekonomicznej w miejscu nadania i dostarczenia towaru
	sieć transportowa	przepływ towarów	przepływ towarów w sieci transportowej, w podziale na rodzaj transportu
	pojazd	konstrukcja pojazdu	charakterystyka techniczna pojazdu, np. dopuszczalna masa całkowita, norma emisji, alternatywny rodzaj napędu
	przemieszcze-nie pojazdu	wykorzystanie ła-downości pojazdu	poziom wykorzystania ładowności pojazdów używanych w miejskich dostawach towarów
Przestrzen-na struktura aktywności gospodarczej	sieć transportowa	lokalizacja	lokalizacja zróżnicowanych funkcji generują-cych zapotrzebowanie na towary w przestrze-ni miejskiej
	pojazd	projekt budynku/ miejsca dostawy	dopasowanie projektu budynku lub miejsca dostawy i parametrów technicznych pojazdu realizującego dostawę
	przemieszcze-nie pojazdu	generacja dostaw	liczba podróży pojazdów ciężarowych, gene-rowanych przez poszczególne strefy aktywno-ści gospodarczej dane o zrealizowanej pracy przewozowej w pojazdokilometrach (pkm) oraz o prze-strzennym rozkładzie i długości tras pojazdów
Sieć transportowa	sieć trans-portu inna niż drogowa	intermodalność	relacje między różnymi rodzajami transportu potencjalnie wykorzystywanymi w przewo-zach ładunków
	pojazd	organizacja ruchu	projekt infrastruktury transportowej dostoso-wany do charakterystyki pojazdów
	przemieszcze-nie pojazdu	struktura ruchu	przemieszczenia pojazdów towarowych w sie-ci drogowej
Pojazd	przemieszcze-nie pojazdu	struktura ryn-ku transportu ładunków	relacje między uczestnikami rynku oraz ich wpływ na decyzje transportowe (np. wielkość zamówień)

Ocena struktury podmiotowej transportu ładunków w miastach wskazuje, że jego modelowanie powinno należeć do samorządu miejskiego jako podmiotu odpowiedzialnego za programowanie rozwoju społeczno-gospodarczego oraz zarządzanie infrastrukturą transportową. Miasto może wpływać na wiele parametrów systemu transportu ładunków, musi jednak uwzględnić wprowadzenie efektywnych mechanizmów oceny skutków podejmowanych działań. Podstawową rolę będzie tu odgrywała prawidłowa identyfikacja struktury procesów transportowych oraz zaangażowanych podmiotów, pozwalająca na wskazanie obszarów problemowych. Warunkiem wsparcia tego procesu przy wykorzystaniu modeli transportu ładunków jest umiejętność wyrażenia charakterystyki badanego zjawiska za pomocą odpowiednich kryteriów, które będą definiować wymagania dotyczące wyboru modelu odpowiadającego wymaganiom samorządu.

Rozdział 2

Uwarunkowania prowadzenia badań ilościowych transportu ładunków w miastach dla potrzeb jego modelowania

2.1. Europejskie doświadczenia w analizie transportu ładunków w miastach

2.1.1. Metodyka i wyniki badań francuskich

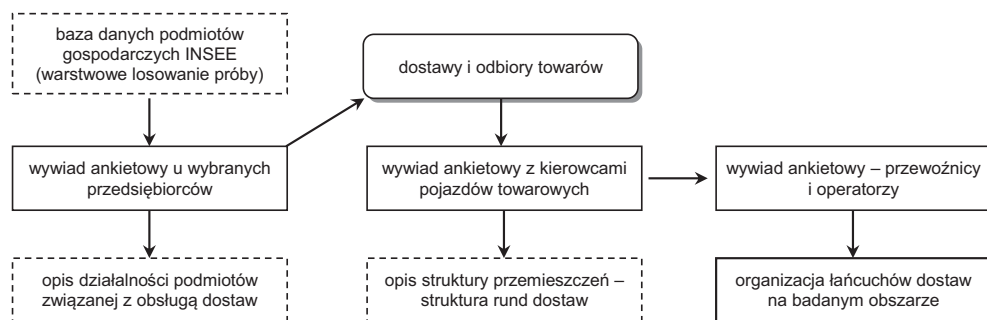
Mimo zainteresowania problematyką transportu ładunków w miastach, obserwowanego od początku lat 90. XX wieku, można odnieść wrażenie, że nie towarzyszy temu rozwój praktycznych metod dotyczących go badań ilościowych. W większości miast brakuje podstawowych informacji o wielkości i strukturze ruchu pojazdów towarowych, umiejętność ich powiązania z działalnością poszczególnych uczestników systemu transportu ładunków jest zaś bardzo rzadko spotykana.

Dostępność danych i metody ich pozyskiwania są kolejnym zagadnieniem, po zróżnicowaniu organizacyjnym oraz złożoności podmiotowej, wskazującym na konieczność stosowania odmiennych metod modelowania transportu ładunków niż rozwiązania wykorzystywane w innych rodzajach transportu. Podstawowym problemem badawczym jest więc zidentyfikowanie, w jaki sposób organizacyjna struktura procesu transportu ładunków wpływa na możliwość gromadzenia danych niezbędnych do modelowania tego zjawiska.

Należy również ocenić metodykę reprezentatywnych badań w tej dziedzinie w celu określenia, w jaki sposób założenia teoretyczne wynikające ze znajomości złożoności transportu ładunków w miastach znajdują odzwierciedlenie w praktycznych przykładach prowadzonych badań ilościowych. Analizie zostanie poddana także możliwość ilościowego wyrażenia kryteriów opisu relacji pomiędzy podmiotami w transporcie ładunków, które zostały wyodrębnione w poprzednim rozdziale.

Podstawą analizy będą dostępne wyniki badań transportu ładunków przeprowadzonych w miastach we Francji i Wielkiej Brytanii. Są one jedynymi przykładami badań obejmujących więcej niż jedno miasto, w przeciwieństwie do pewnej liczby analiz ograniczających się do pojedynczych miast. Wymienione badania różnią się jednak celami realizacji. Badania francuskie zostały zainicjowane i sfinansowane z budżetu centralnego z myślą o opracowaniu praktycznego modelu transportu ładunków (FRETURB), badania angielskie natomiast były realizowane z inicjatywy poszczególnych miast w celu identyfikacji lokalnych problemów oraz sposobów ich rozwiązania.

We Francji zastosowano podejście kompleksowe, przeprowadzając w latach 1994–1997 badania transportu ładunków w obszarach aglomeracyjnych trzech miast: Bordeaux (836 tys. mieszkańców), Dijon (238 tys. mieszkańców) i Marsylii (1,557 mln mieszkańców). Były to pierwsze w Europie przekrojowe badania uwzględniające wszystkie rodzaje przewozów ładunków pomiędzy podmiotami gospodarczymi w obszarze aglomeracji. Obejmowały bowiem trzy grupy podmiotów: odbiorców, przewoźników i nadawców (dystrybutorów). Połączenie analizy podażowej i popytowej strony rynku pozwoliło na precyzyjne zidentyfikowanie czynników wpływających na zapotrzebowanie na usługi transportowe oraz sposoby ich realizacji. Strukturę prowadzonych badań przedstawiono na rys. 2.1.



Rys. 2.1. Struktura badań transportu ładunków zgodnie z podejściem francuskim [53]

Badania w Bordeaux powtórzono w 2013 roku w ramach drugiej tury badań realizowanych w latach 2011–2013 przy zastosowaniu nieznacznie tylko zmodyfikowanej metodyki. Pozwoliło to na ocenę zmian, jakie wystąpiły w tym czasie w strukturze przewozów ładunków. W ramach drugiej tury badań w 2012 roku objęto nimi również aglomerację paryską, zamieszkaną przez 12 mln mieszkańców.

Odmienny charakter miały natomiast badania transportu ładunków przeprowadzone w Wielkiej Brytanii. Przede wszystkim ich analiza opiera się na syntezie wyników 28 odrębnych studiów przeprowadzonych w różnych miastach w latach 1996–2009. Jest to więc okres odpowiadający w pewnym zakresie badaniom francuskim, co może ułatwić porównanie wybranych parametrów. Problemem jest to, że badania angielskie prowadzono w każdym mieście przy wykorzystaniu indywidualnie określanych założeń metodycznych. Utrudnia to wprowadzić przekrojowe porównanie uzyskanych wyników, jednak najważniejsze kryteria były wspólne dla wszystkich miast. Porównanie struktury badań transportu ładunków przeprowadzonych we Francji i Wielkiej Brytanii przedstawia tabela 2.1.

Tabela 2.1

Porównanie struktury badań nad transportem ładunków we Francji i Wielkiej Brytanii [53, 54, 56, 81]

Kryterium	Francja	Wielka Brytania
Badania ankietowe odbiorców		
Łączna liczba dostaw towarów	tak	tak
Liczba dostaw towarów pomocniczych	nie	tak
Miejsce rozpoczęcia dostawy	tak	tylko w 2 przypadkach
Dostawy łączone z odbiorami	tak	tak
Godzina i dzień realizacji dostawy	tak	tak
Czas trwania dostawy	tak	tak
Miejsce zatrzymania pojazdu	tak	tak
Rodzaj pojazdu realizującego dostawę	tak	tak
Dostawy z naruszeniem przepisów	tak	tak
Wykorzystanie dodatkowych urządzeń do rozładunku	tak	tak
Rodzaj/masa towaru	tak/nie	w wybranych przypadkach

cd. tab. 2.1

Badania ankietowe kierowców i operatorów logistycznych		
Rodzaj podmiotu realizującego dostawę	tak	nie
Organizacja przewozu (bezpośrednio czy w rundach)	tak	nie
Parametry pojazdu (masa całkowita)	tak	nie
Liczba zatrzymań	tak	nie
Trasa rundy dostaw	tak	nie

W pierwszej fazie badań francuskich w trzech miastach analizie poddano ok. 4500 odbiorców i ok. 2200 kierowców [81], przy czym w każdym mieście uwzględniono po ok. 1500 odbiorców. Natomiast wielkość próby badawczej odbiorców w badaniach angielskich wahała się od zaledwie 7 do 444, przy czym nie przeprowadzono badań wśród kierowców pojazdów towarowych oraz operatorów logistycznych. Wyniki badań wykonanych w Bordeaux (1994–1995) oraz Dijon i Marsylii (1996–1997) ze względu na dużą zbieżność pozwalają na wszechstronne przedstawienie parametrów funkcjonowania transportu ładunków w tych miastach.

Podstawową zmienną wykorzystaną w analizie była liczba dostaw i przemieszczeń pojazdów towarowych zorganizowanych w rundy. Wynikało to z kilku przyczyn, z których główną stanowiło przeświadczenie o niedostosowaniu wcześniejszych metod modelowania przewozów ładunków do rzeczywistej struktury tego rodzaju przewozów. Tradycyjnie podstawową metodą było utworzenie macierzy źródło–cel, wyrażonej w tonokilometrach, i następnie przeliczenie jej na wozokilometry, zgodnie z funkcją minimalizacji kosztów transportu [82]. Natomiast w przypadku przewozów ładunków w miastach rozkład przemieszczeń ładunków w tonach nie jest tożsamy z rozkładem ruchu pojazdów towarowych. Jednolita partia ładunku zazwyczaj dociera do punktu węzłowego sieci, np. centrum dystrybucyjnego lub hurtowni, gdzie najczęściej następuje jej podział i przygotowanie do wysyłki do odbiorców końcowych. W tym momencie podstawowym zagadnieniem staje się nie masa towaru, ale liczba przemieszczeń pojazdów towarowych niezbędnych do dostarczenia odbiorcom poszczególnych partii towaru [54]. Wykorzystanie liczby dostaw jako podstawowej zmiennej podkreśla rolę generatorów popytu na towary (odbiorców) znajdujących się w mieście, reprezentujących różne rodzaje działalności gospodarczej. Dodatkowe zalety takiego podejścia to:

- możliwość wyrażenia przemieszczenia pojazdu realizującego dostawę poprzez jego zapotrzebowanie na infrastrukturę drogową (w czasie jazdy oraz zatrzymania), co pozwala na przedstawienie go w wymierny sposób oraz odniesienie wyników do danych o strukturze ruchu drogowego;
- stosunkowa łatwość zidentyfikowania struktury dostaw poprzez badania ankietowe wśród odbiorców, przy zachowaniu odpowiedniego poziomu szczegółowości;
- dostępność we Francji bazy danych SIRENE, obejmującej wszystkie podmioty gospodarcze zarejestrowane na obszarze danej jednostki administracyjnej; pozwoliło to na statystyczne opracowanie zasad doboru próby podmiotów będących przedmiotem badania na podstawie ich wielkości zatrudnienia oraz rodzaju działalności;
- możliwość odtworzenia trasy jazdy pojazdu towarowego oraz sposobu organizacji dostawy (liczba dostaw na rundę) w drodze wywiadu ankietowego z kierowcami oraz połączenia tych informacji z danymi z badań struktury dostaw.

Na podstawie analiz przeprowadzonych w trzech wymienionych miastach stwierdzono, że występują w nich bardzo podobne relacje pomiędzy strukturą popytu na dostawy a podażą usług transportowych [54]:

- przeciętnie odnotowano jedną dostawę lub jeden odbiór tygodniowo w przeliczeniu na jednego zatrudnionego, przy czym rodzaj prowadzonej działalności oraz wielkość zatrudnienia miały wyraźny wpływ na liczbę dostaw;
- średnia liczba dostaw (obsłużonych odbiorców) podczas jednej rundy pojazdu wynosiła 5, z uwzględnieniem zarówno dostaw bezpośrednich do jednego odbiorcy, jak i dostaw łączonych w ramach rund; wartość ta wzrastała do 13 przy uwzględnieniu wyłącznie dostaw w rundach;
- 52% dostaw realizowano pojazdami o dopuszczalnej masie całkowitej (dmc) do 3,5 t;
- udział ciągników siodłowych z naczepą wynosił ok. 15%;
- 50% dostaw wykonywano bez wykorzystania żadnego dodatkowego wyposażenia, takiego jak różnego rodzaju wózki, podnośniki itp. [55];
- 61% przemieszczeń pojazdów dotyczyło dostaw, 39% – odbiorów towarów.

Porównanie wyników z Bordeaux uzyskanych w latach 1994 i 2013 posłuży do szczegółowej ilustracji założeń metody francuskiej, spośród których podstawowym była identyfikacja liczby dostaw w przeliczeniu na jednego zatrudnionego. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 2.2.

Tabela 2.2

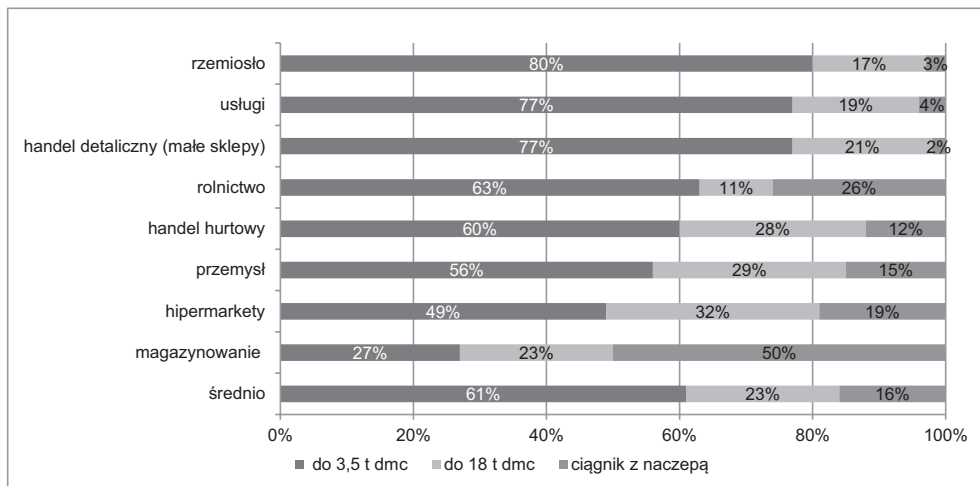
Liczba przemieszczeń pojazdów dostawczych na jednego zatrudnionego tygodniowo w Bordeaux [83]

Główne branże	1994			2013		
	liczba dostaw	liczba dostaw na 1 zatrudnionego	odsetek wszystkich dostaw	liczba dostaw	liczba dostaw na 1 zatrudnionego	odsetek wszystkich dostaw
Handel detaliczny (małe sklepy)	83 234	2,4	26%	93 924	2,2	26%
Handel hurtowy	66 295	3,7	21%	49 274	2,8	14%
Hipermarkety	9 633	0,8	3%	8 041	0,7	2%
Magazynowanie	36 799	6,3	12%	20 336	3,8	6%
Przemysł	40 718	0,7	13%	45 103	0,9	13%
Rolnictwo	1 107	0,6	<0%	1 533	0,5	<0%
Rzemiosło	48 047	1,1	15%	75 883	1,2	21%
Usługi	32 649	0,2	10%	65 646	0,3	18%
Łącznie/ średnio	318 482 (łącznie)	0,9 (średnio)	100%	359 669 (łącznie)	0,8 (średnio)	100%

Średnia liczba dostaw na jednego zatrudnionego tygodniowo zmniejszyła się minimalnie z 0,9 w 1994 roku do 0,8 w roku 2013. Jednak relacja pomiędzy tygodniową liczbą

dostaw a liczbą pracowników w ramach każdego sektora była stabilna [84]. W trzech analizowanych miastach 75% dostaw realizowanych było do pojedynczych odbiorców [54].

Natomiast strukturę rodzajową pojazdów wykonujących dostawy w Bordeaux w 2013 roku przedstawiono na rysunku 2.2.



Rys. 2.2. Struktura rodzajowa pojazdów przewożących towary w Bordeaux w 2013 roku [83]

W porównaniu z sytuacją z 1994 roku zwiększył się udział pojazdów do 3,5 t (z 52% do 69%). W sektorze magazynowo-transportowym w dalszym ciągu 50% przemieszczeń wykonują ciągniki siodłowe z naczepą, jednak w i tej kategorii wzrósł udział pojazdów do 3,5 t (wzrost z 8% do 27%), głównie kosztem pojazdów do 18 t (spadek z 39% do 23%). Jest to zbieżne z obserwacjami poczynionymi podczas analizy zróżnicowania organizacyjnego transportu ładunków w miastach, w której wskazano na coraz większy udział pojazdów dostawczych.

W badanych miastach przeciętna liczba dostaw na 1 km² w śródmieściu wzrastała proporcjonalnie do wielkości miasta. W ten sam sposób kształtowała się średnia odległość przemieszczeń [54]:

- 8000 dostaw na km² w Dijon, średnia odległość – 19 km;
- 15 000 dostaw na km² w Bordeaux, średnia odległość – 42 km;
- 17 000 dostaw na km² w Marsylii, średnia odległość – 43 km.

Stosowane w miastach rozwiązania zapewniające dostępność do miejsc postojowych oraz regulacje dostępu wpływają na warunki funkcjonowania transportu ładunków. Tabela 2.3 zawiera zestawienie warunków realizacji dostaw w trzech analizowanych miastach.

Tabela 2.3

Dostępność siedzib odbiorców dla pojazdów dostawczych [54]

Parametr	Dijon	Bordeaux	Marsylia
Odsetek odbiorców			
posiadających ogólnodostępne miejsce postojowe	54%	57%	46%
posiadających możliwość rezerwacji miejsca wyładunku	15%	–	17%
Odsetek dostaw realizowanych			
na jezdni równoległej	35%	36%	55%
na chodniku	22%	31%	11%
na przejściu dla pieszych, w zatoce autobusowej	3%	2%	6%
Odsetek zatrzymań pojazdów:			
w miejscach dozwolonych	77%	71%	68%
w miejscach niedozwolonych	23%	29%	32%

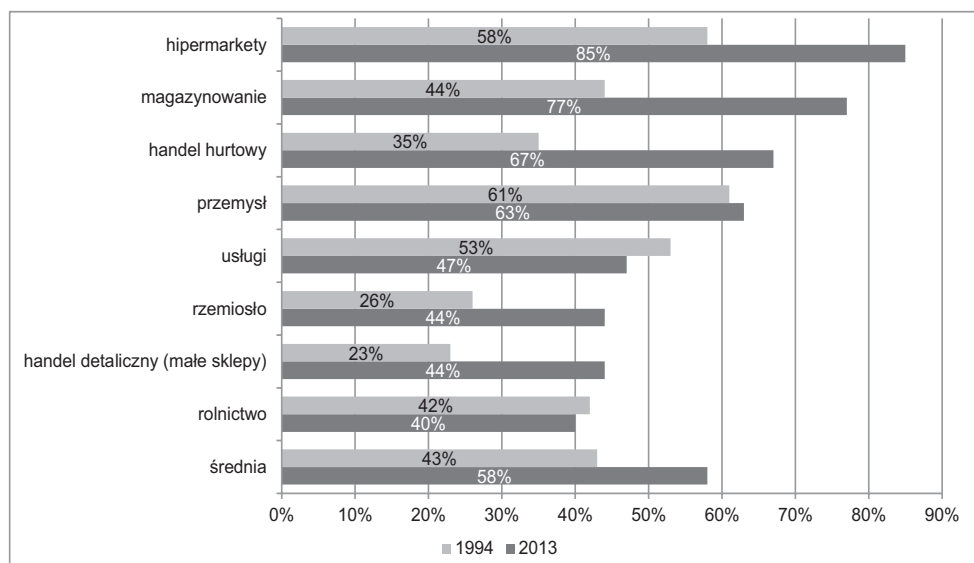
Przeciętnie jedna czwarta zatrzymań była realizowana w miejscach niedozwolonych. Poza dostawami z wykorzystaniem przeznaczonych do tego miejsc postojowych (ogólnodostępnych lub wyznaczonych) od 35% (Dijon i Bordeaux) do nawet 55% dostaw wykonywanych było z zatrzymaniem pojazdu na jezdni równoległej do innych zaparkowanych pojazdów. Taki sposób zatrzymania ma duży wpływ na charakterystykę ruchu pozostałych pojazdów, stanowiąc dla nich znaczne utrudnienie, zwłaszcza na drogach w centrum miast, pomimo stosunkowo krótkiego przeciętnego czasu trwania dostaw [85] (tab. 2.4).

Tabela 2.4

Przeciętny czas trwania dostaw [86]

Czas trwania dostawy	Średni odsetek dostaw
<1 minuty	5%
1–5 minut	42%
6–10 minut	24%
11–15 minut	10%
16–30 minut	10%
31–60 minut	5%
>1 godziny	4%

Na strukturę ruchu pojazdów dostawczych największy wpływ mają jednak zmiany w sposobie organizacji usługi transportowej, czyli decyzje o wykonywaniu dostaw we własnym zakresie lub zlecanie ich operatorom zewnętrznym. Możliwość uwzględnienia tego zagadnienia decyduje bezpośrednio o użyteczności modeli transportu ładunków w miastach. Pozwala bowiem na powiązanie charakterystyki przemieszczeń pojazdów towarowych z rodzajem działalności gospodarczej oraz na symulowanie ewentualnych działań usprawniających, podejmowanych przez miasto i ukierunkowanych na zmianę sposobu organizacji obsługi transportowej. Zmianę sposobu realizacji usług transportowych w poszczególnych kategoriach odbiorców w Bordeaux ilustruje rys. 2.3. Wykorzystanie usług transportowych świadczonych przez operatorów zewnętrznych zwiększyło się tam średnio z 38% do 53% w 2013 roku. Prezentowaną metodę badania struktury dostaw zastosowano również w Paryżu w 2012 roku w ramach tej samej, drugiej tury badań.



Rys. 2.3. Zmiana udziału dostaw realizowanych przez zewnętrznych operatorów logistycznych [83]

Podstawowym wyzwaniem w badaniu paryskim była wielkość aglomeracji, w której na 12 tys. km² mieszka ok. 12 mln mieszkańców. Francuskie Ministerstwo Transportu chciało między innymi zweryfikować, czy zmiany sposobu organizacji procesów dystrybucji za sprawą coraz powszechniej wykorzystywanego handlu elektronicznego wpłynęły na transport ładunków w miastach po 15 latach od pierwszych badań.

W czasie badania pozyskano 1188 ważnych ankiet od przedsiębiorców oraz 914 ankiet od kierowców (w 1/3 z nich ankietę towarzyszył kierowcy w pracy, pozostałe zwrócono pocztą). W aglomeracji paryskiej w ciągu tygodnia zidentyfikowano 4 260 000 dostaw i odbiorów. Blisko 25% przemieszczeń generował sektor małego handlu detalicznego, następnie handel hurtowy, usługi i przemysł (po ok. 19%). Udział rzemiosła wynosił ok. 15%, natomiast magazynowanie i transport, hipermarkety i rolnictwo (ujmowane łącznie z np. ogrodnictwem i utrzymaniem terenów zielonych) odpowiadały za najmniejszą liczbę dostaw. Wyniki badania przedstawiono w tabeli 2.5, uwzględniającej kategorie podmiotów generujące największą liczbę dostaw.

Odnosnie do struktury rodzajowej pojazdów w Paryżu uzyskano wyniki zbliżone do sytuacji w Bordeaux w 2013 roku. Pojazdy o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t wykonują 61% dostaw. Możliwe było również wyodrębnienie niewykazywanej wcześniej kategorii pojazdów, czyli rowerów, skuterów oraz trójkołowych pojazdów dostawczych, które zrealizowały 4% dostaw. Jest to związane ze strukturą przestrzenną miasta oraz bardzo dużym natężeniem ruchu drogowego przy ograniczonej dostępności miejsc postojowych. Tabela 2.6 przedstawia strukturę rodzajową pojazdów wykorzystywanych w dostawach w Paryżu.

Tabela 2.5

Struktura dostaw w Paryżu w 2012 roku [87]

Główne kategorie	Liczba przebadanych podmiotów	Liczba zatrudnionych (cała aglomeracja)	Liczba podmiotów (cała aglomeracja)	Liczba dostaw tygodniowo (cała aglomeracja)	Dostawy na 1 zatrudnionego tygodniowo	Dostawy na 1 zatrudnionego tygodniowo (poprzednie badania)
Handel detaliczny (małe sklepy)	333	594 791	158 043	1 013 068	1,70	1,8
Handel hurtowy	123	291 854	48 909	815 233	2,79	4,2
Hipermarkety	54	140 183	1 624	73 002	0,52	0,8
Magazynowanie	45	40 859	3 394	203 989	4,99	6,5
Przemysł	228	715 613	62 817	757 975	1,06	1,0
Rolnictwo	12	25 287	10 293	21 742	0,86	0,8
Rzemiosło	194	907 432	234 487	626 640	0,69	1,2
Usługi biurowe	199	3 037 261	341 167	747 112	0,25	0,17
Średnio/łącznie	1 188 (łącznie)	5 753 281 (łącznie)	860 734 (łącznie)	4 258 762 (łącznie)	1,61 (średnio)	2,06 (średnio)

Tabela 2.6

Struktura rodzajowa pojazdów wykorzystywanych w dostawach w Paryżu w 2012 roku [87]

Główne kategorie	Pojazdy 2–3-kołowe	Samochody osobowe	Samochody dostawcze o dmc <3,5 t	Ciężarówki o dmc do 18 t	Ciągniki siodłowe z naczepą
Handel detaliczny	1%	15%	57%	25%	2%
Handel hurtowy	2%	10%	33%	37%	17%
Hipermarkety	0%	1%	36%	34%	29%
Magazynowanie	0%	0%	12%	56%	32%
Przemysł	6%	6%	46%	37%	4%
Rolnictwo	0%	0%	98%	1%	0%
Rzemiosło	4%	9%	59%	20%	8%
Usługi biurowe	12%	10%	55%	20%	3%
Średnio	3%	6%	50%	29%	12%

Wnioski dotyczące francuskiej metody badania transportu ładunków, przy uwzględnieniu wymagań lokalnego samorządu, są następujące:

- Jest to jedna z niewielu metod zweryfikowana w praktyce na szeroką skalę, ponieważ wykorzystując wyniki uzyskane dzięki jej zastosowaniu, w ponad 50 miastach francuskich podjęto działania dotyczące transportu ładunków w miastach, głównie dotyczące opracowania lokalnych planów transportowych.
- Badania zaprojektowano z myślą o opracowaniu modelu transportu ładunków przeznaczonego dla samorządów lokalnych (FRETURB).

- Podstawowym czynnikiem umożliwiającym rozpoczęcie, a potem kontynuację prac było zaangażowanie Ministerstwa Transportu, co zapewniło odpowiedni poziom finansowania oraz koordynację.
- Metoda pozwala na ilościowe przedstawienie zróżnicowania organizacyjnego transportu ładunków zgodnie z wnioskami przedstawionymi w rozdziale 1; jest to możliwe dzięki identyfikacji zapotrzebowania na dostawy dla poszczególnych rodzajów odbiorców oraz przyporządkowaniu im informacji o sposobie organizacji przewozu.
- Przedstawiona metoda wykazuje bardzo duży potencjał w odniesieniu do kryteriów opisu relacji, zwłaszcza w zakresie zmiennej, jaką jest przestrzenna struktura aktywności gospodarczej; po uwzględnieniu dodatkowych zmiennych, takich jak przemieszczenie pojazdów towarowych czy charakterystyka sieci drogowej, możliwe jest uwzględnienie zagadnień stanowiących podstawowy obszar zaangażowania samorządu lokalnego jako uczestnika i regulatora procesów transportowych w miastach.
- Jednym z kluczowych elementów zapewniających możliwość stosunkowo szerokiego stosowania tej metody jest dostęp do ogólnokrajowej bazy danych podmiotów gospodarczych (SIRENE); pozwala to na dokładne określenie lokalizacji oraz rodzaju podmiotów na danym terenie oraz statystyczne opracowanie próby badawczej.
- Przyjęta zmienna, jaką jest liczba dostaw, pozwala przyjąć wspólny punkt odniesienia dla wszystkich uczestników transportu ładunków.
- Możliwość oceny liczby dostaw w przeliczeniu na jednego zatrudnionego była uwarunkowana strukturą dostępnej bazy danych; może to stanowić ograniczenie w przypadku prób powielenia tego podejścia w innych krajach, niedysponujących takimi zasobami statystycznymi; każdorazowa identyfikacja rodzaju podmiotu oraz liczby zatrudnionych pracowników może być utrudniona ze względów finansowych i operacyjnych.
- Uwzględnienie przemieszczeń związanych z liczbą dostaw pozwala na odniesienie aktywności transportu ładunków do ogólnej struktury ruchu drogowego.
- Dane zgromadzone podczas badań struktury dostaw oraz sposobu ich realizacji mogą być wykorzystywane niezależnie od struktury modelu transportowego, w celu np. projektowania rozmieszczenia wyznaczonych miejsc dostaw.

2.1.2. Wyniki badań transportu ładunków w miastach Wielkiej Brytanii

Analiza metodyki badań transportu ładunków w Wielkiej Brytanii opiera się na wynikach 28 niezależnych analiz przeprowadzonych w miastach wymienionych w tabeli 2.7. Celem porównania z badaniami francuskimi nie jest bezpośrednie zestawienie uzyskanych wyników, lecz ocena, czy oddolne podejście angielskie można porównywać ze scentralizowaną metodą francuską ze względu na wymagania samorządu miejskiego w zakresie zarówno zobrazowania bieżącego stanu systemu transportu ładunków, jak i możliwości zastosowania otrzymanych rezultatów do jego modelowania.

Średnia tygodniowa liczba dostaw na jednego odbiorcę wynosiła 9,5 przy odchyleniu standardowym 6,2. Wskazuje to na duże zróżnicowanie uzyskanych wyników, które wynosi od 1,8 do 24,5 dostawy tygodniowo. Ze względu na strukturę odbiorców, w większości badanych miast składającą się z niezależnych małych detalistów przy dużym udziale detalistów sieciowych, wartość średnia może być zaburzona przez stosunkowo niewielką grupę odbiorców otrzymujących regularnie wiele dostaw. Z tego powodu można przypuszczać, że przyjęcie mediany o wartości 7,95 (8) dostawy na jednego odbiorcę tygodniowo będzie lepiej odzwierciedlać rzeczywistą strukturę dostaw. Najwięcej dostaw i odbiorów w ramach

jednej rundy realizują kurierzy, których przeciętna liczba operacji wynosiła 44 [89], natomiast w jednym z analizowanych przypadków sięgnęła aż 120 dostaw [90].

Tabela 2.7

Zestawienie wyników badań struktury dostaw przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii [88]

Miasto	Rok	Liczba odpowiedzi	Średnia tygodniowa liczba dostaw na 1 odbiorcę	Rodzaj badania
Leeds	1996	444	9,6	ankieta u odbiorcy
Southampton	1996	172	9,7	ankieta u odbiorcy
Winchester	1996	115	8,3	ankieta u odbiorcy
Norwich i Londyn	1999	34	19,6	ankieta u odbiorcy
Covent Garden	2001	104	5,7	ankieta u odbiorcy
Norwich	2001	21	21,6	ankieta u odbiorcy
Winchester	2001	137	10,6	ankieta u odbiorcy
Bexleyheath	2003	21	16,2	ankieta u odbiorcy
Reading	2003	30	23,0	ankieta u odbiorcy
Torbay	2003	34	24,5	ankieta u odbiorcy
Chichester	2005	14	6,4	ankieta u odbiorcy
Colchester	2005	228	8,4	ankieta u odbiorcy
Crawley	2005	9	5,7	ankieta u odbiorcy
Wallington	2005	85	13,0	ankieta u odbiorcy
Worthing	2005	14	7,3	ankieta u odbiorcy
Catford	2006	45	12,0	ankieta u odbiorcy
Croydon i Sutton	2006	183	4,9	ankieta u odbiorcy
Bromley	2007	98	5,4	ankieta u odbiorcy
Clapham Junction	2007	bd	9,5	ankieta u odbiorcy
Croydon	2007	10	1,8	ankieta u odbiorcy
Kingston	2007	12	2,8	ankieta u odbiorcy
Lewisham	2007	7	5,3	ankieta u odbiorcy
Merton	2007	15	2,1	ankieta u odbiorcy
Winchester	2008	83	5,8	ankieta u odbiorcy
Covent Garden	2009	118	4,2	ankieta u odbiorcy

Spośród 2178 dostaw uwzględnionych w ankietach 49% zrealizowano pomiędzy godziną 6.00 a 12.00 [56]. Odbiorcy wskazywali, że ich wpływ na wybór czasu dostawy jest ograniczony i ustala go nadawca lub przewoźnik, uwzględniając własny sposób organizacji dostawy. Może to mieć duże znaczenie np. w przypadku rozważania możliwości zmiany terminu dostawy na godziny pozaszczytowe.

Analiza rodzaju wykorzystywanych pojazdów towarowych wykazuje ich znaczne zróżnicowanie. Po uśrednieniu wyników łączny udział pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t wyniósł 44%, do 18 t – 38%, natomiast powyżej 18 t – 18%. Są to wartości zbliżone do wyników badań francuskich z lat 1994–1997, w których struktura pojazdów wynosiła odpowiednio 52%, 36% i 12%. Do bezpośredniego porównania tych analiz należy jednak podchodzić z pewną ostrożnością. Badania francuskie zostały przeprowadzone w trzech miastach według ujednoliconej metodyki, opartej na statystycznie reprezentatywnej próbie podmiotów. W przypadku badań angielskich wynik jest wypadkową

wielu analiz prowadzonych na ograniczonym obszarze miasta, np. głównej ulicy handlowej. W tym przypadku wybór podmiotów objętych analizą wynikał z ich lokalizacji, nie był natomiast rezultatem analizy statystycznej.

Kolejnym parametrem charakteryzującym funkcjonowanie transportu ładunków był średni czas trwania dostawy, który wahał się w przedziale od 7 do 34 minut [56]. Dostawy trwające 1–5 minut stanowiły 50–72% dostaw, natomiast dostawy w przedziale 6–10 minut stanowiły 16–42%. Po uśrednieniu daje to odpowiednio 57% i 28%, co stosunkowo dobrze odpowiada wcześniej cytowanym wynikom francuskim (42% i 24%).

Ze względu na dostępność danych można dokonać również porównania wyników cytowanych badań z lat 1996–2009 z pierwszymi tego typu analizami prowadzonymi w Wielkiej Brytanii w latach 70. XX wieku. Większość z nich koncentrowała się na liczbie dostaw do odbiorców, zlokalizowanych najczęściej na głównej ulicy handlowej danego miasta. Średnia tygodniowa liczba dostaw wynosiła od 8,9 (Putney, 1973) do 15,8 (Newbury, 1973), co odpowiada wielu nowszym wynikom [91]. W niektórych badaniach weryfikowano również miejsce pochodzenia dostawy, pytając o to kierowców ciężarówek. W przypadku londyńskich dzielnic Hammersmith i Wembley (oba badania – 1970) większość dostaw rozpoczynała się w obrębie Londynu, a jedynie 10% – w odległości większej niż 50 mil (80 km). W nowszych badaniach natomiast dostawy z miejsc oddalonych o ponad 80 km stanowią 25–50% [56]. Jest to najczęściej spowodowane koncentracją rozmieszczenia zapasów przez dystrybutorów oraz zmianami struktury zagospodarowania przestrzennego miasta.

W przypadku struktury rodzajowej pojazdów wykorzystywanych w dostawach we wcześniejszych badaniach odnotowano fakt rzadszego używania zarówno pojazdów o dmc do 3,5 t, jak i pojazdów najcięższych (dmc 40 t). Natomiast średni czas trwania dostawy, wynoszący 9,5–13,6 minuty, był krótszy niż w aktualnych badaniach.

Analiza metodyki i wyników badań przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii prowadzi do następujących wniosków:

- Badania były inicjowane oddolnie, co wpływa na ich zróżnicowaną metodykę.
- W przeciwieństwie do podejścia francuskiego, nie zakładano wykorzystania wyników do opracowania kompleksowego modelu transportu ładunków; celem badań było zidentyfikowanie problemów użytkowników transportu oraz mieszkańców, jak również przygotowanie lokalnych strategii transportowych.
- Mimo zróżnicowanej metodyki pozyskane dane pozwalają na scharakteryzowanie podstawowych parametrów funkcjonowania transportu ładunków, zgodnie z wymaganiami inicjatorów badań.
- Mimo przyjęcia takiej samej zmiennej podstawowej jak w przypadku badań francuskich (liczba dostaw) oraz zbliżonych kryteriów dodatkowych nie wydaje się możliwe wykorzystanie otrzymanych wyników do budowy funkcjonalnego modelu transportu ładunków; wynika to z niedostatecznej wielkości próby badawczej oraz braku towarzyszących badań działalności przewoźników.
- Zróżnicowanie struktury badań przeprowadzonych we Francji i w Wielkiej Brytanii z wykorzystaniem tej samej zmiennej podstawowej wskazuje, że samorząd lokalny powinien z wyprzedzeniem określić swoje wymagania odnośnie do docelowego sposobu wykorzystania pozyskiwanych danych; dotyczy to uwzględnienia celów zarządzania transportem ładunków oraz opracowania narzędzi jego kształtowania.
- Powyższe założenie uwzględnia również fakt, że badania służące diagnozie aktualnego stanu systemu transportu ładunków mogą mieć inne założenia metodyczne niż badania

realizowane na potrzeby opracowania modelu transportowego; oznacza to, iż wykorzystanie zgromadzonych danych może być niemożliwe, jeżeli perspektywicznie nie uwzględniono w ich strukturze przyszłych oczekiwań decydentów.

2.2. Analiza metod pozyskiwania danych o transporcie ładunków z uwzględnieniem jego złożoności organizacyjnej i podmiotowej

2.2.1. Sposoby prowadzenia badań transportu ładunków w miastach

Transport ładunków stanowi jeden z najbardziej złożonych elementów miejskiego systemu transportowego. Konsekwencją dużej liczby zaangażowanych podmiotów jest to, że żaden z nich nie dysponuje całościowym obrazem sytuacji w zakresie identyfikacji ilościowych parametrów systemu [92]. Dlatego badając możliwości wyboru modeli transportu ładunków przez lokalne samorządy, należy określić, jakie dane są niezbędne w tym procesie oraz jakie są metody i obszary ich pozyskiwania.

Wykorzystując wcześniejszą analizę struktury organizacyjnej transportu ładunków w miastach oraz metodyki jego badań w wybranych miastach europejskich, można będzie określić, jak i gdzie samorząd lokalny powinien pozyskiwać niezbędne informacje. Wnioski posłużą również do krytycznej oceny sytuacji w tej dziedzinie w polskich miastach, co będzie jednym z czynników wpływających na docelowy kształt metody wyboru modelu transportu ładunków.

Dostępność danych charakteryzujących transport ładunków w miastach jest kluczowym czynnikiem decydującym o możliwości podjęcia praktycznych działań w tym obszarze, do których zalicza się [93]:

- tworzenie zasad polityki transportowej odnośnie do przewozów ładunków;
- modelowanie transportu ładunków;
- ocena efektów konkretnych rozwiązań i projektów;
- monitorowanie wybranych parametrów systemu na potrzeby zarządzania;
- wdrażanie regulacji;
- ograniczanie niepożądanego wpływu działalności transportowej na otoczenie;
- poprawa bezpieczeństwa transportu.

Wymienione zagadnienia należą do zakresu odpowiedzialności lokalnych władz samorządowych, te jednak wykazują znikome zainteresowanie pozyskaniem danych o charakterystyce transportu ładunków. Jest to związane z wieloma czynnikami o charakterze organizacyjnym, metodycznym oraz politycznym [94]:

- Problemy związane z transportem ładunków w miastach nie wydają się na tyle istotne, aby uzasadniać znaczne nakłady na pozyskiwanie danych oraz opracowanie technik modelowania; w tym ujęciu przewozy ładunków nie mają takiej siły oddziaływania na decydentów jak lokalny transport zbiorowy.
- Kadencyjność lokalnych władz samorządowych utrudnia realizowanie działań, których wyniki są zazwyczaj widoczne dopiero w dłuższej perspektywie, tak jak ma to miejsce w przypadku tworzenia modeli transportowych zasilanych danymi wieloletnimi.
- Na poziomie lokalnym występuje niski poziom systemowej wiedzy odnośnie do roli transportu ładunków w rozwoju gospodarczym miast.
- Dostępność i jakość danych pierwotnych, mogących posłużyć jako punkt odniesienia do bardziej zaawansowanych badań, jest zazwyczaj bardzo ograniczona.

- Modelowanie transportu ładunków jest niezwykle złożonym zagadnieniem technicznym i organizacyjnym.
- Często występują trudności w zmianie nastawienia poszczególnych grup uczestników transportu ładunków w odniesieniu do konieczności wprowadzania zmian i usprawnień, np. w zakresie sposobu organizacji dostaw, ukształtowanego oddolnie na danym rynku; zmiany są traktowane jako zagrożenie dla stabilności prowadzonej działalności.

Część z wymienionych zagadnień ma charakter obiektywny, wynikający z ukształtowanej przez wiele lat struktury zarządzania miejskim systemem transportowym. Można się do nich odnieść poprzez właściwy dobór metod badawczych, dostosowanych do posiadanych przez miasto zasobów i umiejętności oraz przyjętych celów działania. Do czynników wpływających na zapotrzebowanie na dane o transporcie ładunków można zaliczyć [95]:

- zagadnienie będące przedmiotem zainteresowania decydenta;
- miejsce analizowanego zagadnienia w systemie planowania transportu, czyli czy jest ono znane decydom i stanowi element wcześniejszych działań czy też jest nowym problemem wymagającym dokładnego rozpoznania;
- istniejące zasady gromadzenia danych;
- dostępność danych historycznych.

Do podstawowych metod gromadzenia danych o transporcie ładunków zaliczają się [93, 96]:

1. Kompleksowe badania systemu transportowego, najczęściej na poziomie krajowym, np.:
 - *Freight Analysis Framework* – Stany Zjednoczone;
 - MODEV – krajowy model transportowy we Francji.
2. Badania w obrębie wybranej grupy uczestników procesu transportu ładunków:
 - wywiady z osobami odpowiedzialnymi za organizację transportu (menedżerami, dyspozytorami itp.);
 - badania ankietowe odbiorców;
 - badania ankietowe kierowców;
 - towarzyszenie kierowcom w czasie jazdy;
 - wywiady z kierowcami w czasie badań kordonowych;
 - badania ankietowe nadawców;
 - ankiety wśród firm przewozowych i operatorów logistycznych;
 - panele dyskusyjne (przedstawiciele sektora logistycznego, kierowcy, odbiorcy).
3. Badania dotyczące pojazdów zaangażowanych w proces przewozu towarów:
 - badania natężenia ruchu pojazdów;
 - obserwacje aktywności pojazdów w miejscu dostawy;
 - wykorzystanie nowoczesnych technologii, takich jak satelitarne śledzenie pojazdów (GPS, *global positioning system*), automatyczne rozpoznawanie tablic rejestracyjnych (APNR, *automatic number plate recognition*), systemy ważenia w ruchu (WIM, *Weigh-In-Motion*).

Badania w obrębie konkretnej grupy uczestników procesu transportowego stanowią podstawę zrozumienia sposobu organizacji transportu w miastach z logistycznego punktu widzenia. Ponieważ każdy z uczestników reprezentuje inny obszar aktywności, jedynie

odpowiednie łączenie źródeł informacji może zapewnić rzetelny pod względem jakościowym oraz ilościowym obraz struktury przewozów ładunków. Badania odbiorców oraz nadawców dostarczają więcej informacji o towarze i sposobie jego dostarczania, natomiast badania wśród kierowców oraz przewoźników pozwalają lepiej poznać organizację samego procesu przemieszczania, rodzaj wykorzystywanego pojazdu czy charakterystykę pokonywanej trasy. Ich uzupełnieniem są badania natężenia ruchu pojazdów. Wykorzystując wymienione metody, można pozyskać następujące informacje dotyczące przewozów ładunków [96–98]:

1. Charakterystyka towaru:
 - rodzaj towaru, waga, objętość;
 - rodzaj opakowania;
 - miejsce pochodzenia towaru.
2. Charakterystyka dostawy:
 - organizacja dostawy (transport własny czy obcy);
 - rodzaj systemu zamawiania towarów;
 - podział na dostawy dóbr podstawowych oraz uzupełniających;
 - czas realizacji dostawy i długość jej trwania, regularność i sezonowość;
 - źródło i cel oraz identyfikacja ewentualnych operacji terminalowych;
 - warunki zatrzymania pojazdu;
 - wykorzystanie dodatkowego wyposażenia do rozładunku.
3. Wykorzystywany pojazd:
 - charakterystyka pojazdu (typ, dopuszczalna masa całkowita);
 - wykorzystanie ładowności i objętości pojazdu;
 - trasa dostawy (liczba zatrzymań, prędkość, długość trasy, czas trwania podróży);
 - źródło i cel podróży.

Zgromadzenie odpowiednich danych wiąże się jednak z wieloma barierami, do których zalicza się [99]:

- bariery techniczne, polegające na ograniczonej możliwości dotarcia do źródła informacji, braku instrumentów pomiaru oraz sposobów kontaktu z respondentem;
- bariery prawne, wynikające z przyjętych w danym systemie reguł ujętych w przepisach oraz w praktyce działalności organów władzy i administracji;
- bariery organizacyjne, związane z brakiem struktur niezbędnych do identyfikacji realnych cech zjawisk oraz generowania na tej podstawie informacji;
- bariery ekonomiczne, wynikające z ograniczonych środków finansowych niezbędnych do uzyskania dostępu do źródeł danych;
- bariery psychologiczne, pojawiające się w sytuacji, gdy źródłem informacji są ludzie, zespoły lub jednostki organizacyjne reprezentowane przez konkretne osoby;
- bariery metainformacyjne, wynikające z braku informacji o źródłach informacji, ich zawartości, jakości i możliwych sposobach dostępu.

Szczegółowy związek pomiędzy poszczególnymi obszarami funkcjonalnymi transportu ładunków w miastach a związanymi z nimi informacjami przedstawia tabela 2.8. Liczba i różnicowanie możliwych informacji wskazują, jak ważny jest właściwy dobór narzędzia badawczego w powiązaniu z analizowanym problemem oraz sposobem wykorzystania zgromadzonych danych.

Tabela 2.8

Obszary funkcjonalne transportu ładunków w miastach oraz związane z nimi informacje [97]

Obszar	Powiązane informacje
Dostawy i odbiory na rzecz podmiotów gospodarczych i mieszkańców	rodzaj podmiotu, wielkość (liczba zatrudnionych lub powierzchnia handlowa), liczba dostaw i odbiorów, częstotliwość dostaw i odbiorów dóbr podstawowych oraz pomocniczych, sposób odbioru odpadów, pora dnia i czas realizacji dostaw, tygodniowe/miesięczne zróżnicowanie czasu dostawy, sezonowość, udział łączonych dostaw i odbiorów, sposób organizacji dostawy (transport własny czy obcy), miejsce bazowania pojazdów dostawczych, rodzaj pojazdu realizującego dostawę, liczba dostaw domowych
Przepływy towarów pomiędzy podmiotami gospodującymi w mieście	rodzaj podmiotu, wielkość (liczba zatrudnionych lub powierzchnia handlowa), rodzaj i wielkość przemieszczanych towarów, częstotliwość przepływów towarów, czas realizacji, zróżnicowanie tygodniowe/miesięczne, sezonowość
Dostawy pomocnicze oraz usługi towarzyszące	liczba i rodzaj dostaw pomocniczych, pora dnia i czas realizacji dostaw, tygodniowe/miesięczne zróżnicowanie czasu dostawy, sezonowość, rodzaj pojazdu, czas trwania usług towarzyszących
Szczegółowa charakterystyka przemieszczeń pojazdów przewożących towary	rodzaj i wymiary pojazdu, rodzaj operatora, rodzaj przewożonych towarów, rodzaj obsługiwanych odbiorców, sposób przemieszczenia (dostawa do pojedynczego odbiorcy czy dostawy w rundach), liczba zatrzymań na rundę, liczba rund dziennie, odległość pomiędzy odbiorcami, czas jazdy, prędkość, relacja czasu jazdy do czasu postoju pojazdu, wielkość obsady pojazdu, długość trasy, wykorzystanie ładowności pojazdu, współczynnik pustych przejazdów, wykorzystanie czasu pracy pojazdu czas rozpoczęcia i zakończenia pracy, źródło i cel przemieszczenia, rodzaj wyposażenia dodatkowego, zużycie paliwa i normy emisji spalin
Aktywność pojazdów w miejscu realizacji dostawy	rodzaj i wymiary pojazdu, pora dnia, lokalizacja miejsca realizacji dostawy, czas trwania operacji załadunku lub rozładunku towaru, czas oczekiwania na rozładunek, liczba dostaw i odbiorów przypadająca na kierowcę, częstotliwość dostaw w miejscach niedozwolonych, rodzaj naruszenia przepisów
Przemieszczenia towarów pomiędzy pojazdem a odbiorcą	sposób manipulacji towarami, rodzaj opakowania transportowego, odległość pomiędzy odbiorcą a punktem dostawy, ilość towaru, miejsce docelowe dostawy (magazyn sklepowy, powierzchnia sklepu), konieczność obecności personelu odbiorcy podczas dostawy, sposób weryfikacji dostawy
System zamawiania i przechowywania towarów przez odbiorców	miejsce przechowywania dostarczonych towarów, wielkość powierzchni magazynowej, system zamawiania, czas realizacji zamówienia
Struktura łańcucha dostaw pomiędzy odbiorcami, dostawcami i przewoźnikami	rodzaj łańcucha dostaw, liczba punktów, z których pochodzą dostawy do każdego odbiorcy, regularność dostaw, strona wyznaczająca termin dostawy

Ze względu na dużą liczbę zarówno możliwych obszarów prowadzenia badań, jak i związanych z nimi danych, niezbędna jest ocena, które metody badawcze mogą zapewnić najlepsze rezultaty w zakresie kompletności i wiarygodności rezultatów.

Zestawienie najważniejszych metod gromadzenia danych o transporcie ładunków w miastach wraz ze sposobem ich realizacji oraz wskazaniem docelowych obszarów wykorzystania zawarto w tabeli 2.9. Zestawienie to nie obejmuje wykorzystania systemu GPS, który zostanie omówiony odrębnie.

Tabela 2.9

Synteza metod wykorzystywanych w badaniu transportu ładunków w miastach [100]

Badanie ankietowe odbiorców (podmiotów gospodarczych)	
Opis	podstawowa metoda gromadzenia danych o łącznej liczbie dostaw związanych z obsługiwanyymi odbiorcami
Wykonanie	wywiad bezpośredni, wywiad telefoniczny, ankieta wypełniana samodzielnie przez odbiorcę
Zastosowanie	liczba dostaw i odbiorów przypadająca na odbiorcę, charakterystyka dostarczanych towarów, miejsca realizacji dostaw, sposób przemieszczania towarów pomiędzy pojazdem a siedzibą odbiorcy, organizacja łańcucha dostaw
Badanie przepływu towarów	
Opis	zastosowanie podobne jak w przypadku badań odbiorców, przedmiotem zainteresowania nie jest pojazd, tylko charakterystyka przemieszczanego towaru; oba rodzaje badań można przeprowadzać jednocześnie, w ramach wspólnego formularza ankietowego
Wykonanie	wywiad bezpośredni, wywiad telefoniczny, ankieta wypełniana samodzielnie przez odbiorcę
Zastosowanie	przepływy towarów pomiędzy podmiotami gospodarczymi w analizowanym obszarze
Badanie ankietowe przewoźników i operatorów logistycznych	
Opis	metoda pozwalająca na zgromadzenie szerokiego zakresu informacji o strukturze działalności przewoźowej; dotyczy raczej całej floty danego operatora niż pojedynczego pojazdu lub trasy; dane szczegółowe można uzyskać dzięki posłużeniu się dziennikiem podróży każdego pojazdu, który może być wykorzystywany równocześnie w trakcie kompleksowego badania działalności operatora
Wykonanie	wywiad bezpośredni, wywiad telefoniczny, ankieta wypełniana samodzielnie przez odbiorcę
Zastosowanie	szczełgółowe dane o charakterystyce przemieszczeń pojazdów przewożących ładunki, miejsce realizacji dostaw, sposób przemieszczania towarów pomiędzy pojazdem a siedzibą odbiorcy, miejsce pochodzenia towaru lub rozpoczęcia podróży pojazdu
Badanie ankietowe kierowców pojazdów dostawczych	
Opis	metoda stosowana do analizy tras poszczególnych kierowców oraz warunków realizacji dostawy u odbiorców; najczęściej badanie przeprowadzane jest u odbiorcy podczas dostawy, jednak możliwa jest również sytuacja, w której ankieter towarzyszy kierowcy w czasie pracy
Wykonanie	wywiad bezpośredni, ankieta wypełniana samodzielnie przez odbiorcę lub sytuacja, w której ankieter towarzyszy kierowcy w czasie pracy
Zastosowanie	szczełgółowy opis trasy pojazdu, miejsce realizacji dostaw, sposób przemieszczania towarów pomiędzy pojazdem a siedzibą odbiorcy, miejsce pochodzenia towaru lub rozpoczęcia podróży pojazdu
Badania kordonowe	
Opis	metoda polegająca na zatrzymaniu pojazdów we współpracy z policją lub inną upoważnioną do tego służbą w celu przeprowadzenia wywiadu dotyczącego aktualnie wykonywanej podróży; badanie najczęściej jest związane w celu ograniczenia kłopotliwości dla kierowców oraz utrudnień w ruchu drogowym; stosuje się je rzadko ze względu na konieczność zaangażowania upoważnionych służb
Wykonanie	wywiad bezpośredni
Zastosowanie	szczełgółowy opis trasy pojazdu, miejsce pochodzenia towaru, miejsce rozpoczęcia i zakończenia podróży

cd. tab. 2.9

Obserwacja pojazdów	
Opis	obserwatorzy zostają rozlokowani na ulicy w celu zarejestrowania liczby dostaw; możliwe jest pozyskanie informacji o rodzaju pojazdu, czasie dostawy itp.; obserwacja może zapewnić dokładniejsze wyniki w zakresie oceny aktywności pojazdów niż wywiad u odbiorców
Wykonanie	obserwacja bezpośrednia w czasie rzeczywistym lub z wykorzystaniem zarejestrowanego obrazu
Zastosowanie	aktywność pojazdów dostawczych, liczba dostaw, miejsce zatrzymania pojazdów wykonujących dostawy, sposób przemieszczania towarów pomiędzy pojazdem a siedzibą odbiorcy

Analiza przedstawionych metod prowadzi do konkluzji, że podstawowa czynność polegająca na przemieszczeniu partii towaru od nadawcy do odbiorcy w mieście już na etapie formułowania założeń jej pomiaru wykazuje wyraźną odrębność w porównaniu z analizą przewozów pasażerskich. Badaną zmienną w transporcie ładunków może być zarówno pojazd, jak i masa towaru oraz dostawa. Każda z nich wymaga innego narzędzia gromadzenia danych. Dodatkowo, większość informacji można pozyskiwać równocześnie w kilku miejscach łańcucha dostaw za pomocą różnych metod. Nie oznacza to jednak ich pełnej substytucyjności ze względu na zróżnicowaną dokładność metod pomiaru oraz specyfikę miejsca ich zastosowania. Wynika stąd, że do właściwego opisu systemu transportu ładunków w obszarach zurbanizowanych konieczna jest integracja danych z wielu skoordynowanych strukturalnie i czasowo źródeł.

Zalety i wady poszczególnych metod gromadzenia danych ze względu na możliwość pozyskania danych o konkretnych elementach procesu transportowego przedstawia tabela 2.10.

Tabela 2.10

Zalety i wady metod wykorzystywanych w badaniu transportu ładunków w miastach [84, 92, 97]

Metoda	Zalety	Wady
Badanie ankietowe odbiorców (podmiotów gospodarczych)	– uniwersalność, w jednym punkcie można bowiem uzyskać wiele danych, jednak o zróżnicowanym poziomie szczegółowości – możliwość statystycznego doboru próby odbiorców w celu wiarygodnego oszacowania struktury popytu na dostawy – dokładne informacje o rodzaju i wielkości partii towaru – dane o sezonowości dostaw – relacja wielkości odbiorcy i profilu dostaw	– najczęściej niska świadomość odbiorców w zakresie transportowego aspektu dostaw: rodzaju pojazdu, miejsca zatrzymania, czasu trwania dostawy, miejsca rozpoczęcia podróży
Badanie przepływu towarów (nadawca i odbiorca)	– bardzo dokładne dane o towarze	– brak możliwości dokładnego prześledzenia trasy przewozu i liczby dostaw w rundzie (u nadawcy i odbiorcy)

cd. tab. 2.10

Badanie ankietowe przewoźników i operatorów logistycznych	– dokładne informacje o charakterystyce trasy pokonywanej przez pojazdy operatora – stosunkowo łatwe do zidentyfikowania podmioty tworzące próbę badawczą	– w niektórych przypadkach kierowcy mogą nie dysponować dokładnymi informacjami o przewożonym towarze – próba badawcza może się różnić od rzeczywistej struktury operatorów obsługujących dane miasto
Badanie ankietowe kierowców pojazdów dostawczych	– jak wyżej	– trudność w określeniu pozatransportowych parametrów wykonywanych operacji, np. liczby dostaw na odbiorcę czy organizacji łańcucha dostaw
Badania kordonowe	– precyzyjne określenie miejsca rozpoczęcia podróży przez konkretny pojazd. – dokładna identyfikacja rodzajów pojazdów towarowych – ogólna ocena struktury ruchu do i z strefy objętej badaniem oraz ruchu tranzytowego. – możliwość wykorzystania do weryfikacji wyników innych, bardziej szczegółowych metod pomiaru	– możliwe zakłócenia w ruchu drogowym, powodowane zatrzymaniem pojazdu na czas wywiadu – wywiad musi być przeprowadzany szybko, co ogranicza możliwość szczegółowego określenia charakterystyki odbiorców oraz przewożonego towaru – brak możliwości zidentyfikowania struktury ruchu pojazdów towarowych wewnątrz strefy objętej kordonem – konieczność współpracy ze służbami uprawnionymi do zatrzymania pojazdów – brak całościowej informacji o parametrach przewozu, które mogą ulec zmianie po wykonaniu badania
Obserwacja pojazdów	– duża dokładność w opisie podstawowych parametrów dostawy – możliwość dokonywania równocześnie z badaniem ankietowym odbiorców w celu uzyskania wyższego poziomu dokładności oceny rodzaju pojazdu, czasu i miejsca realizacji dostawy	– trudność w uzyskaniu wiarygodnych wyników, w przypadku gdy kierowca/dostawca obsługuje więcej niż jednego odbiorcę podczas każdego zatrzymania pojazdu – dokładność uzależniona od czasu obecności obserwatorów, co może utrudniać identyfikację specyficznych rodzajów dostaw

Największym potencjałem w zakresie zapewnienia informacji o funkcjonowaniu transportu ładunków cechują się wywiady przeprowadzane u odbiorców towarów. Były one wykorzystywane jako podstawa analizowanych wcześniej badań we Francji i Wielkiej Brytanii. Odbiorca integruje bowiem w sensie logicznym i funkcjonalnym wszystkie płaszczyzny transportu ładunków (towar, pojazd i dostawę), pozwalając dodatkowo na ich umiejscowienie w strukturze przestrzennej miasta z uwzględnieniem dostępności transportowej.

Podczas definiowania metodyki pozyskiwania danych o przewozach ładunków w miastach należy rozpatrzyć również techniki służące realizacji przedstawionych wcześniej badania. Zestawienie zalet i wad poszczególnych technik pozyskiwania informacji o funkcjonowaniu transportu ładunków zawiera tabela 2.11.

Tabela 2.11

Zalety i wady wybranych technik służących pozyskiwaniu danych [100–103]

Technika pozyskiwania danych	Zalety	Wady
Wywiad bezpośredni oraz ankieta telefoniczna <i>Stosowane do badań ankietowych odbiorców, przepływów towarów, operatorów logistycznych oraz nadawców</i>	– wysoki odsetek zwrotu w porównaniu z samodzielnie wypełnianą ankietą dzięki bezpośredniemu kontaktowi – duża dokładność pozyskiwanych informacji i możliwość wprowadzania dodatkowych pytań pomocniczych przez ankietera – ankieta telefoniczna pozwala dotrzeć do odbiorców na dużym obszarze	– techniki bardziej kosztowne i czasochłonne niż ankieta wypełniana samodzielnie przez ankietowanego (zwłaszcza wywiad bezpośredni) – metoda ta może być zbyt kosztowna w przypadku bardzo dużej próby ankietowanych
Ankieta wypełniana samodzielnie przez respondenta <i>Stosowana do badań ankietowych odbiorców, przepływów towarów, operatorów logistycznych oraz nadawców</i>	– niższy koszt w porównaniu z wywiadem bezpośrednim – możliwość dotarcia do większej grupy respondentów niż w przypadku badań bezpośrednich – metoda zapewnia dostęp do respondentów na większym obszarze niż wywiad bezpośredni	– najczęściej niższy odsetek zwrotu w porównaniu z wywiadem bezpośrednim lub ankietą wypełnianą samodzielnie, ale poprzedzoną kontaktem z ankieterem – respondent może nie dysponować pełną wiedzą na temat analizowanego zjawiska – trudność w zweryfikowaniu poprawnego zrozumienia pytań przez respondenta – brak możliwości udzielenia dodatkowych wyjaśnień oraz trudność w interpretacji pytań bez wybranych odpowiedzi
Wywiady z kierowcami zamiast dzienników podróży pojazdu <i>Stosowane w celu pozyskania danych o charakterystyce podróży pojazdu</i>	– wysoki odsetek odpowiedzi – możliwość pozyskania informacji o rodzaju przewozu, przewożonych towarach, trasie oraz miejscu początkowym i celu podróży	– zakłócenia w ruchu, spowodowane zatrzymaniem pojazdów w celu przeprowadzenia ankiety – konieczność zapewnienia asysty służb uprawnionych do zatrzymywania pojazdów – możliwość niezapewnienia kompleksowych informacji o trasie pojazdu i zatrzymaniach, gdyż te niekiedy ulegają zmianie
Wykorzystanie obserwatorów zamiast analizy zapisów wideo <i>Stosowane w przypadku obserwacji pojazdów oraz aktywności w miejscu dostawy</i>	– zapewnienie bardzo dokładnych danych o czasie i liczbie dostaw, w przeciwieństwie do badań ankietowych odbiorców – możliwość szczegółowej weryfikacji wybranych elementów, np. przypadków postoju z naruszeniem przepisów	– wysokie wymagania odnośnie do liczby i przeszkolenia obserwatorów – czasowy zakres obserwacji może nie pokrywać całego zakresu aktywności badanych podmiotów – możliwość pominięcia dostaw przy niewłaściwym rozmieszczeniu obserwatorów
Manualne pomiary ruchu zamiast pomiarów automatycznych <i>Stosowane w celu zapewnienia wysokiej dokładności obserwacji</i>	– bardzo dokładna identyfikacja rodzajów pojazdów w przypadku odpowiedniego przeszkolenia obserwatorów	– wysokie wymagania odnośnie do liczby i przeszkolenia obserwatorów, zwiększające koszty badania – manualne pomiary ruchu w wielu lokalizacjach znacznie podnoszą koszt badania

W przypadku niektórych elementów procesu transportowego można sięgnąć po pojawiające się rozwiązania oparte na technologiach informatycznych oraz telekomunikacyjnych, takie jak np. system lokalizacji satelitarnej pojazdów GPS. Jego wykorzystanie jest w dużym stopniu zarezerwowane dla przewoźników, jednak wybrane zastosowania mogą się okazać użyteczne również dla lokalnego samorządu. Tradycyjnie stosowane narzędzia badawcze oparte na wywiadach ankietowych mają liczne wady, utrudniające ich stosowanie. Przedsiębiorcy, zarówno nadawcy i odbiorcy, jak i przewoźnicy oraz operatorzy logistyczni, unikają przekazywania niezbędnych informacji ze względu na obawy przed udostępnieniem wrażliwych wewnętrznych danych handlowych [104]. Badania ankietowe są jednocześnie kosztowne i czasochłonne [105], a dokładność uzyskanych wyników zależy w dużej mierze od zaangażowania respondentów.

System GPS może znaleźć zastosowanie w analizie podstawowych parametrów charakteryzujących ruch pojazdów towarowych, takich jak długość i przebieg trasy oraz prędkość pojazdu [106]. Jednak dane z systemu GPS nie dostarczają informacji o parametrach ważnych z punktu widzenia logistycznego charakteru takich przemieszczeń. Występuje trudność w jednoznacznym powiązaniu liczby zatrzymań z liczbą realizowanych dostaw, podczas jednego zatrzymania kierowca może bowiem dostarczyć towar do kilku odbiorców [107]. Problemem jest w dalszym ciągu wiarygodne rozróżnienie zatrzymania pojazdu wynikającego z warunków ruchu drogowego od zatrzymania w celu dostarczenia towaru [108]. Oceniając możliwości wykorzystania GPS w jako narzędzia pozyskiwania informacji o transporcie ładunków w miastach, należy uwzględnić następujące zagadnienia [109]:

1. Jakość oraz liczba zgromadzonych danych. System GPS umożliwia stosunkowo proste gromadzenie zbiorów danych o dużym zasięgu przestrzennym i czasowym przy wykorzystaniu automatycznej transmisji. Jednak ich szczegółowość nie zawsze odpowiada wymaganiom związanym ze specyfiką analizy przewozów ładunków w miastach. Wyzwaniem jest w dalszym ciągu jednoznaczne określenie powodu oraz miejsca zatrzymania pojazdu towarowego.
2. Dane dotyczące przewożonych towarów. Wykorzystanie GPS nie zapewnia w tym zakresie żadnej możliwości. Można teoretycznie rozważyć wykorzystanie technologii identyfikacji radiowej (RFID, *radio-frequency identification*) [110], jest to jednak zagadnienie o charakterze eksperymentalnym, cechujące się przydatnością trudną do zweryfikowania w warunkach miejskich. W tej dziedzinie najlepsze wyniki zapewniają tradycyjne metody pozyskiwania informacji.
3. Koszty stosowania. Dotychczasowe przykłady wykorzystania GPS wskazują, że nie jest to kosztowna metoda, zwłaszcza jeśli weźmie się pod uwagę możliwy zakres gromadzonych informacji. Przejawia się to zwłaszcza w odniesieniu do standardowo stosowanej metody odsyłania formularzy, np. przez kierowców, w przypadku której odsetek braku zwrotów sięga 15–40%.
4. Warunki praktycznego wykorzystania. Występują tutaj dwie podstawowe bariery. Pierwszą z nich stanowi poziom akceptacji ze strony przewoźników, szczególnie ze względu na poufność przekazywanych danych. Druga bariera jest związana z zachowaniem kierowców pojazdów towarowych, którzy mogą traktować urządzenie GPS oraz gromadzone dane jako narzędzie kontroli ich pracy.

Na podstawie zebranych informacji można ocenić techniki gromadzenia danych w odniesieniu do ich parametrów, takich jak m.in. koszty pracy, odsetek zwrotów oraz

szczegółowość pozyskiwanych informacji. Przedstawione wyniki wymagają każdorazowej weryfikacji z uwzględnieniem lokalnych uwarunkowań w miejscu stosowania, mogą jednak ułatwić wybór optymalnego sposobu prowadzenia badań transportu ładunków. Tabela 2.12 prezentuje ocenę analizowanych rozwiązań.

Tabela 2.12

Ocena funkcjonalności metod stosowanych w badaniach transportu ładunków w miastach [97]

Metoda	Koszty wyposażenia	Koszty pracy	Odsetek zwrotów	Liczebność próby do poniesionych nakładów	Szczegółowość pozyskiwanych danych	Szacunkowa relacja kosztu do efektów
Badanie ankietowe odbiorców	0	++ / +++	+ / +++	+	+++	++ / +++
Badanie przepływu towarów	0	++ / +++	+ / +++	+	++	++
Badanie przewoźników i operatorów logistycznych	0	++ / +++	+ / +++	+	+++	++ / +++
Badanie ankietowe kierowców	0	++ / +++	++ / +++	+ / ++	++	+ / ++
Wywiady z kierowcami	0	+++	+++	++	+	+
Obserwacja pojazdów	0	+++	+++	++ / +++	+++	++ / +++
Obserwacja pojazdów z wykorzystaniem nagrań wideo	+++	0	+++	++ / +++	+++	+ / ++
Badanie zachowań w miejscu dostawy	0	+++	+++	++ / +++	+	+ / ++
Dziennik podróży pojazdu	0	0	+ / ++	+	+++	++ / +++
Wykorzystanie GPS	++	0	+ / +++	+	++	++ / +++
Badanie ankietowe dostawców	0	++ / +++	+ / +++	+	++	+ / ++
Badanie ankietowe dostawców usług towarzyszących	0	++ / +++	+ / +++	+	++	+ / ++
Manualne pomiary ruchu	0	+++	+++	+++	+	+
Automatyczne pomiary ruchu	+++	0	+++	+++	+	+

Skala ocen: 0 – brak, + – niewielki, ++ – przeciętny, +++ – wysoki

Z punktu widzenia samorządu lokalnego zasadniczą kwestią jest dokonanie wyboru pomiędzy szczegółowymi badaniami skoncentrowanymi na małym obszarze lub wybranym aspekcie systemu transportu ładunków a przekrojowymi badaniami cechującymi się mniejszą szczegółowością i większym zasięgiem przestrzennym. Pierwsze rozwiązanie można rozważać, gdy uzyskane wyniki będą możliwe do zaadaptowania w innych obszarach miasta dzięki odpowiedniemu doborowi próby badawczej. Drugie rozwiązanie można rozpatrywać jako metodę uzupełnienia posiadanych informacji o funkcjonowaniu miejskiego systemu transportowego i traktować w kategoriach diagnostyczno-opisowych.

W każdym przypadku źle dobrana struktura badania może uniemożliwić uzyskanie wiarygodnych rezultatów i ograniczyć skłonność władz samorządowych do podejmowania podobnych działań w przyszłości. Wskazane jest więc stopniowanie złożoności prowadzonych badań i ściśle powiązanie ich z przyjętymi celami miejskiej polityki transportowej. W określeniu wyjściowego zakresu badań może być pomocne zestawienie typowych wskaźników wykorzystanych w badaniach angielskich i francuskich, które przedstawia tabela 2.13.

Tabela 2.13

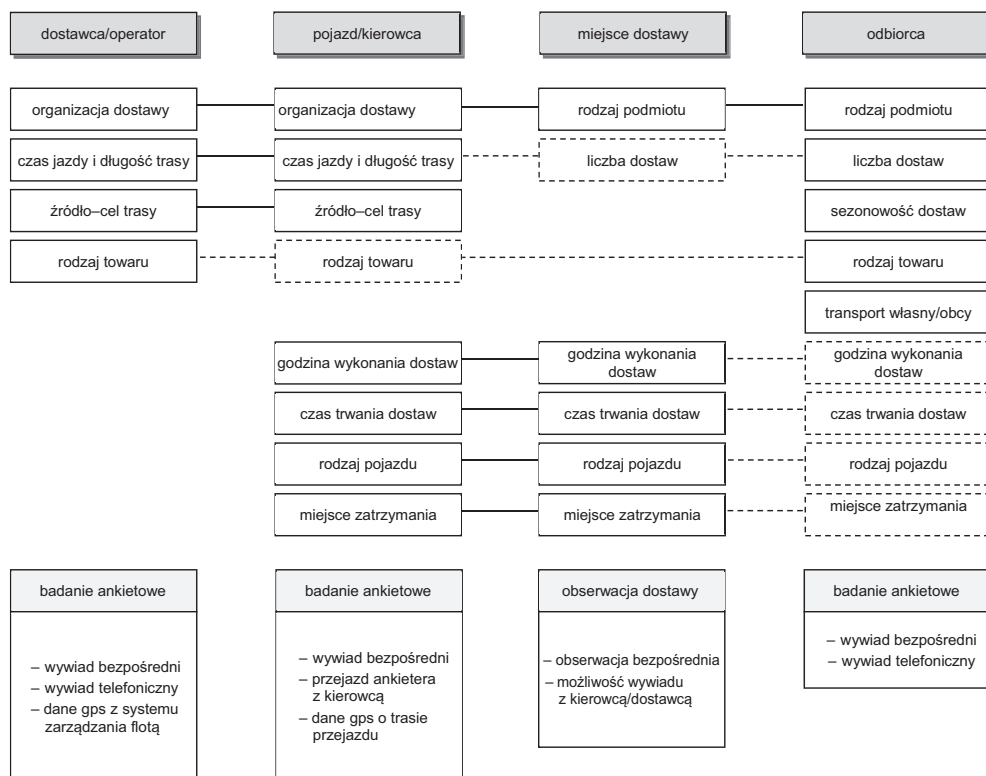
Wskaźniki opisujące funkcjonowanie transportu ładunków w miastach w badaniach angielskich i francuskich [93, 111]

Wskaźnik	Jednostki miary	Sposób wykorzystania
Liczba dostaw i odbiorów	liczba dostaw i odbiorów w jednostce czasu (np. tygodniowo) na jednego zatrudnionego w podziale na rodzaj aktywności gospodarczej	możliwość generacji liczby dostaw za pomocą opracowanych wcześniej współczynników; możliwość oceny udziału każdego rodzaju działalności w całkowitej liczbie dostaw
Koncentracja przestrzenna dostaw i odbiorów	liczba dostaw i odbiorów przypadająca na km ² w każdej strefie miasta	ocena natężenia przewozów towarów w poszczególnych strefach
Intensywność dostaw i odbiorów w podziale na rodzaje aktywności gospodarczej	liczba dostaw i odbiorów na rodzaj działalności gospodarczej w każdej strefie miasta	pomiar wkładu każdego sektora gospodarki w generowanie przewozów ładunków
Czas trwania załadunku i wyładunku	liczba godzin, w których wykonywane są operacje załadunkowe i wyładunkowe podczas postoju pojazdu na jezdni	ocena wkładu każdego sektora gospodarki w tworzenie kongestii drogowej związanej z postojem pojazdu dostawczego na jezdni (parkowanie równoległe, utrudniające ruch)
Łączny dystans pokonany w czasie realizacji dostaw	liczba kilometrów przypadająca na jedną dostawę na pojazd i rodzaj działalności, w podziale na strefy miasta	ocena wpływu przemieszczeń pojazdów realizujących dostawy na ruch drogowy
Przeciętna odległość pomiędzy miejscem załadunku a pierwszym odbiorcą	liczba kilometrów	ocena wpływu lokalizacji obiektów logistycznych (np. centrów dystrybucyjnych czy hurtowni) na przestrzenny zakres ich obsługi
Przeciętna długość trasy pokonanej w czasie jednej dostawy	liczba kilometrów na jedną dostawę z uwzględnieniem rodzaju pojazdu dostawczego	pomiar wpływu przemieszczeń pojazdów na ruch miejski (w podziale na typ wykorzystywanego pojazdu)
Przeciętny czas realizacji dostawy	liczba minut	miara wykorzystania infrastruktury w podziale na rundę, odbiorcę, obszar miasta itp.
Przeciętna prędkość pojazdu w czasie rundy dostaw (z uwzględnieniem lub bez uwzględnienia zatrzymania w czasie każdej dostawy)	liczba kilometrów na godzinę	miara wydajności usługi transportowej w podziale na rodzaj usługi, typ odbiorcy itp.
Przeciętna masa towaru	masa towaru na rundę, rodzaj odbiorcy, typ pojazdu	miara wydajności usługi transportowej
Poziom emisji substancji pochodzących ze spalania paliw płynnych	masa poszczególnych frakcji w gramach	pomiar wpływu działalności transportowej na zużycie energii, zanieczyszczenie powietrza itp.

2.2.2. Wybór metod i obszarów pozyskiwania danych o transporcie ładunków

Planując wybór metody modelowania transportu ładunków, samorząd lokalny musi określić swoje zapotrzebowanie na dane związane z przyjętą zmienną modelowaną. W zależności od tego, czy będzie to dostawa, masa towaru czy podróż pojazdu towarowego, różne będą obszary (elementy i uczestnicy procesu transportowego), w których gromadzone będą niezbędne informacje.

Dokonując syntezy wniosków z wcześniejszych etapów analizy złożoności organizacyjnej i podmiotowej transportu ładunków w miastach oraz metod jego badania, opracowano zestawienie obszarów, w których można pozyskiwać dane o jego funkcjonowaniu. Przedstawiono je na rysunku 2.4.



Rys. 2.4. Podstawowe obszary pozyskiwania danych o transporcie ładunków w miastach wraz z metodami i narzędziami badania

Zestawienie obejmuje cztery główne elementy procesu transportu ładunków, odpowiadające przemieszczeniu pojazdu towarowego z punktu załadunku do odbiorcy. Uwzględniono dostawcę lub operatora logistycznego, charakterystykę wykorzystania pojazdu towarowego, jego aktywność w miejscu dostawy oraz charakterystykę odbiorcy. W celu zachowania czytelności na schemacie uwzględniono tylko najważniejsze informacje, niezbędne do przedstawienia ilościowej charakterystyki procesu transportowego. Wyodrębnione elementy nawiązują bezpośrednio do kryteriów opisu relacji w transporcie ładunków,

wskazanych podczas analizy jego złożoności podmiotowej. Tym samym powiązano funkcjonalnie ten obszar z wymaganiami oceny ilościowej transportu ładunków.

Na schemacie uwzględniono podstawowe źródła pozyskiwania danych (pola zaznaczone linią ciągłą) oraz źródła uzupełniające (linia przerywana). Kryterium ich wyróżnienia stanowiła możliwość bezpośredniego uzyskania jednoznacznych informacji, bez konieczności posiłkowania się dodatkowymi źródłami. Celem było wskazanie najbardziej efektywnego sposobu gromadzenia danych ze względu na potrzeby ich użytkowników oraz charakterystykę poszczególnych technik ich pozyskiwania.

Mimo dążenia do jednoznacznego zidentyfikowania najważniejszych źródeł informacji przeprowadzona analiza potwierdziła wcześniejsze obserwacje wskazujące na konieczność jednoczesnego uwzględnienia kilku źródeł danych w celu właściwego odwzorowania złożoności procesu transportu ładunków w miastach. Nie tylko zwiększa to poziom organizacyjnej złożoności badania, ale również jest wyzwaniem w kwestii interpretacji wyników pochodzących z różnych źródeł. Aktualnie największym problemem obserwowanym w praktyce analizy przewozów ładunków w miastach jest utożsamianie tego zjawiska jedynie z ruchem pojazdów ciężarowych, bez uwzględnienia aktywności podmiotów decydujących o jego wielkości i strukturze, a więc nadawców, operatorów logistycznych i odbiorców. Takie podejście pozwala na pozyskanie tylko bardzo ogólnych informacji, umożliwiających jedynie statyczne przedstawienie wielkości przemieszczeń pojazdów ciężarowych, w odezwaniu od generujących je czynników.

Jednym z najważniejszych źródeł danych w transporcie ładunków jest odbiorca wraz z jego najbliższym otoczeniem, czyli miejscem dostawy. Bez względu na zastosowaną metodę modelowania charakterystyka docelowego punktu przewozu stanowi jedną z podstawowych zmiennych. Za pomocą odpowiednio opracowanego badania ankietowego można sprawnie, bez nadmiernej ingerencji w codzienną działalność, pozyskać informacje o liczbie dostaw oraz kategoriach pochodnych, takich jak sezonowość. Można również precyzyjnie zweryfikować rodzaj dostarczanego towaru. Odbiorcy najczęściej dysponują cenną wiedzą na temat sposobu organizacji transportu, czyli udziału dostaw organizowanych we własnym zakresie lub wykorzystania transportu obcego. Takie dane mogą być pomocne w ocenie podatności systemu transportu ładunków na regulacje ukierunkowane na ograniczenie rozproszonych dostaw indywidualnych na rzecz lepiej zorganizowanej obsługi transportowej świadczonej przez zewnętrznych operatorów logistycznych.

Odbiorcy mogą mieć jednak problem z precyzyjnym określeniem miejsca zatrzymania pojazdu. Nie jest to bowiem dla nich zagadnienie istotne do momentu, w którym niezawodność dostaw zostanie ograniczona przez utrudnienia związane z dostępnością danego obszaru dla pojazdów towarowych. Pewne problemy mogą wystąpić również z dokładnym określeniem czasu trwania dostawy. Odbiorcy utożsamiają go najczęściej tylko z obecnością dostawcy w swojej siedzibie, natomiast pomiar czasu dostawy z punktu widzenia modelowania powinien obejmować wszystkie czynności wpływające na czas zatrzymania pojazdu.

W związku z tymi ograniczeniami dotyczącymi badań charakterystyki dostaw wśród odbiorców rekomendowane jest przeprowadzanie dodatkowych obserwacji w miejscu dostawy. Będzie to miało zastosowanie zwłaszcza w sytuacji, kiedy przyczyną prowadzenia badań są problemy związane z uciążliwością ruchu pojazdów towarowych. Obserwacje sposobu realizacji dostaw pozwalają na bardzo dokładne zidentyfikowanie miejsca zatrzymania pojazdu, czasu dostawy oraz dystansu, jaki dostawca pokonał pomiędzy pojazdem i siedzibą odbiorcy. Można w ten sposób również jednoznacznie określić rodzaj pojazdu,

co najczęściej jest problemem dla odbiorców. Istnieje również dodatkowa możliwość przeprowadzenia wywiadu z kierowcą pojazdu towarowego, co pozwala pozyskać informacje o miejscu rozpoczęcia podróży oraz liczbie zatrzymań podczas rundy dostaw.

Obraz organizacji procesu transportu ładunków nie będzie kompletny bez informacji pochodzących od przewoźników. Jest to podstawowe źródło pozyskania danych o miejscu rozpoczęcia podróży, jej celu oraz rodzaju wykorzystywanego pojazdu. Umożliwia także określenie długości pokonanej trasy, czasu pracy pojazdu oraz sposobu organizacji dostawy, czyli stwierdzenie, czy jest to dostawa bezpośrednia czy też runda, w czasie której obsługiwanych jest kilku odbiorców. Przewoźnik może dokładnie określić parametry czasowe dostawy i wskazać miejsce zatrzymania oraz związane z tym problemy; z drugiej jednak strony może nie dysponować dokładnymi informacjami o przewożonym towarze, dotyczącymi np. jego rodzaju i masy jego poszczególnych partii.

Uzupełnieniem danych pozyskanych u przewoźników są informacje dostarczone przez dystrybutorów oraz operatorów logistycznych, dzięki którym można uzyskać dane na większym poziomie agregacji niż w przypadku badania pojedynczych pojazdów towarowych, takie jak liczba odbiorców, rodzaj i masa towarów dostarczanych poszczególnym odbiorcom czy parametry operacyjne floty pojazdów danego operatora. Problemem jest w tym przypadku odpowiedni dobór reprezentatywnej próby podmiotów będących przedmiotem badania, tak aby odzwierciedlała ona strukturę działalności transportowej na obszarze miasta.

2.3. Wpływ zaawansowania badań nad transportem ładunków w miastach w Polsce na możliwości jego modelowania

Badania transportu ładunków w miastach europejskich nie są powszechną praktyką, nawet mimo że związane z nim problemy występują tam od dawna, stanowiąc nieuchronną konsekwencję poziomu rozwoju gospodarczego. W Polsce natomiast problematyka transportu ładunków w miastach jest praktycznie całkowicie pomijana jako przedmiot miejskiej polityki transportowej. Dominuje podejście koncentrujące się na tranzytowym ruchu pojazdów ciężkich oraz obsłudze przemysłowych generatorów ruchu. Transport ładunków w ujęciu modelowym jest najczęściej traktowany jako element krajowego systemu logistycznego na poziomie strategicznym [112]; podejmowano również próbę jego modelowania na poziomie regionalnym [113]. Dostępne są nieliczne przykłady analiz dotyczących obszarów zurbanizowanych, przeprowadzonych zgodnie ze znacznie uproszczoną metodyką, ograniczoną sposobem pozyskiwania danych wejściowych.

Analiza krajowych doświadczeń w badaniu transportu ładunków jest integralnym elementem służącym opracowaniu metody wyboru metody jego modelowania przez samorząd lokalny. Jej wyniki będą punktem odniesienia dla dalszych badań, wskazując, na jakie zagadnienia należy zwrócić uwagę, znając poziom krajowych doświadczeń w tej dziedzinie.

Ocenie poddana zostanie również możliwość wykorzystania w badaniach metod sprawdzonych w miastach europejskich. Do weryfikacji tego zagadnienia posłużą wyniki badań struktury dostaw w strefie śródmiejskiej, przeprowadzonych w Szczecinie i Gdyni. Są one pierwszymi działaniami o takim poziomie szczegółowości podjętymi w Polsce, co stanowi istotny postęp w stosunku do dotychczasowych praktyk w tym zakresie.

Wybór źródeł mogących dostarczyć informacji o transporcie ładunków w miastach w Polsce jest niestety bardzo ograniczony i obejmuje jedynie [114]:

- generalny pomiar ruchu (GPR), w ramach którego badania natężenia ruchu pojazdów ciężarowych są prowadzone cyklicznie co 5 lat na całej sieci dróg krajowych i wojewódzkich; zgromadzone dane nie znajdują jednak zastosowania w analizie transportu ładunków w miastach, dotyczą bowiem innego rodzaju ruchu (pod względem rodzajowym i przestrzennym) niż występujący w miastach;
- kompleksowe badania ruchu (KBR), prowadzone niecyklicznie przez niektóre miasta w celu budowy miejskich modeli ruchu transportu indywidualnego i zbiorowego. Dotyczy to również modelu transportowego wdrożonego w Gdyni, który zostanie wykorzystany jako punkt odniesienia w walidacji opracowywanej metody wyboru modelu transportu ładunków.

Kompleksowe badania ruchu to zestaw badań, pomiarów i analiz służących uzyskaniu obrazu ruchu osób i pojazdów w wybranym obszarze (mieście, aglomeracji) [115]. Struktura ruchu jest charakteryzowana za pomocą informacji o jego generacji i absorpcji, rozkładzie przestrzennym i czasowym, motywacji do odbywania podróży, informacji o ruchliwości mieszkańców i pojazdów oraz czasie i długości ich przemieszczania. Badanie charakterystyki transportu ładunków może być prowadzone jedynie bardzo ogólnie, za pomocą identyfikacji natężenia ruchu pojazdów towarowych w punktach pomiarowych. Jak pokazuje wcześniejsza analiza doświadczeń zagranicznych, jest to metoda ograniczająca możliwość modelowania rzeczywistych procesów determinujących strukturę transportu ładunków w miastach. Badanie ruchu pojazdów towarowych jako element fakultatywny KBR może mieć zróżnicowaną strukturę, od prostej charakterystyki udziału poszczególnych rodzajów pojazdów w ruchu do bardziej rozbudowanych wywiadów, obejmujących przewoźników.

Większość modeli transportu ładunków opracowanych w Polsce opierało się na wynikach kompleksowych badań ruchu w wybranych miastach. Dotyczy to Poznania [116, 117], Łodzi [118], Krakowa [119] oraz jego strefy podmiejskiej [120]. Modelowaną zmienną były podróże pojazdów towarowych. Założenia tych modeli odpowiadają jedynie podstawowym wyzwaniom kształtowania miejskiego systemu transportowego. Biorąc jednak pod uwagę brak wcześniejszych doświadczeń w tej dziedzinie, należy podkreślić ich wkład w rozwój metod analizy transportu ładunków.

Przykładem próby dokładniejszego podejścia do analizy transportu ładunków było kompleksowe badanie ruchu przeprowadzone w Gdańsku w 2009 roku. Wykonano wtedy badanie ankietowe wśród podmiotów gospodarczych posiadających zarejestrowane pojazdy towarowe, wykorzystując dwustopniową procedurę:

- 1) badanie wstępne przeprowadzone metodą wywiadów telefonicznych;
- 2) badanie aktywności samochodów ciężarowych i dostawczych.

Dodatkowo, podczas badań kordonowych przeprowadzono również wywiady z kierowcami pojazdów towarowych oraz oceniono ich udział w strukturze ruchu. Uzyskane wyniki pozwoliły na sporządzenie następującej charakterystyki przemieszczeń pojazdów ciężarowych w Gdańsku [121, 122]:

- pojazdy towarowe wszystkich rodzajów wykonały blisko 80 000 podróży, z czego podróże wewnętrzne wynosiły ok. 55 000, podróże wjazdowe 11 300, wyjazdowe 11 700 a resztę stanowiły podróże tranzytowe;
- pojazdy dostawcze stanowiły 55% pojazdów towarowych zidentyfikowanych za pomocą badań kordonowych, pojazdy ciężarowe – 19%, a ciężarowe z przyczepą – 26%;
- ruchliwość samochodów dostawczych i ciężarowych wynosiła 2,15 podróży dziennie na terenie objętym spisem;

- 60% przejazdów zostało wykonanych jako przejazdy puste, spośród pozostałych 75% stanowiły przejazdy przy wykorzystaniu do 30% ładowności;
- średni czas podróży wynosił według deklaracji ok. 45 minut dlajazd ogółem, natomiast średni czas podróży w granicach Gdańska wynosił ok. 25 minut.

Na podstawie wyników wywiadów telefonicznych z dysponentami środków transportu, dotyczących aktywności pojazdów towarowych określono ich ruchliwość według źródła i celu podróży. Wyniki przedstawia tabela 2.14.

Tabela 2.14

Ruchliwość pojazdów towarowych w Gdańsku w 2009 roku według źródeł i celów podróży [122]

Motywacja	Źródło		Cel	
	Liczba podróży	Ruchliwość	Liczba podróży	Ruchliwość
Garaż, miejsce stałego (nocnego) parkowania	19 549	0,53	18 667	0,50
Dom	1 273	0,03	1 331	0,04
Zakład przemysłowy	4 272	0,12	4 266	0,11
Składy i hurtownie	8 237	0,22	8 179	0,22
Bazy firm transportowych	4 434	0,12	4 583	0,12
Małe i średnie sklepy (typu Lidl, Biedronka, Netto)	5 947	0,16	5 988	0,16
Centrum handlowo-usługowe, galeria handlowa, hipermarket	1 042	0,03	1 107	0,03
Urzędy, biura, miejsca usług (za wyjątkiem małych i średnich)	11 081	0,30	11 178	0,30
Budowy	6 584	0,18	6 729	0,18
Inne	17 353	0,47	17 744	0,48

Zestawienie motywacji do podróży wskazuje na duży udział miejsca stałego parkowania pojazdu (ok. 0,50 podróży) w ruchliwości pojazdów towarowych. Uwzględnienie tej kategorii jest niewątpliwie prawidłowe z perspektywy oceny struktury ruchu, jednak z logicznego punktu widzenia nie wnosi wiele do poznania sposobu organizacji przemieszczeń. Znacznie ważniejsze byłoby określenie długości pokonanej trasy oraz precyzyjnej lokalizacji źródła i celu, a nie tylko identyfikacja motywacji z wykorzystaniem ich uproszczonej klasyfikacji.

Uwagę zwraca duży udział motywacji w kategorii „inne”, który wynosił ok. 0,47 dla źródła i 0,48 dla celu podróży. Świadczy to o przyjęciu nieprecyzyjnej klasyfikacji motywacji podróży, gdyż nie obejmuje ona np. hoteli i gastronomii, które są istotnymi generatorami popytu na dostawy. Wątpliwości budzi również łączne sklasyfikowanie urzędów i biur z miejscami usług, w świetle cytowanych już badań są to bowiem dwa odrębne rodzaje odbiorców pod względem charakterystyki zapotrzebowania na transport. Również ujęcie w ramach jednej kategorii małych i średnich sklepów, przy zaliczeniu do tych ostatnich dominujących na rynku sieci dyskontowych, nie jest poprawne ze względu na zupełnie odmienny sposób organizacji transportu zaopatrzeniowego tych odbiorców. Problem z opracowaniem właściwej klasyfikacji motywacji podróży przewozów mógł się przyczynić do częstego wskazywania kategorii „inne”, a tym samym utraty możliwości przeprowadzenia badania na odpowiednim poziomie szczegółowości

Odnosząc metodę wykorzystaną w Gdańsku do omówionych wcześniej przykładów zagranicznych, można przedstawić następujące wnioski dotyczące jej przydatności w pozyskiwaniu danych:

- zastosowane rozwiązanie całkowicie pomija badanie aktywności odbiorców towarów, koncentrując się wyłącznie na pomiarach kordonowych oraz na wywiadzie telefonicznym w grupie podmiotów posiadających zarejestrowane pojazdy towarowe;
- metoda nie pozwala na określenie macierzy źródło–cel podróży pojazdów, ograniczając pozyskiwanie informacji do rodzaju obsługiwanej działalności, wyrażonej jako motywacja do podróży;
- pominięto podział przewozów ze względu na transport własny i obcy, znacznie ograniczając dokładność odwzorowania charakterystyki transportu ładunków;
- badanie pozwalało tylko na przybliżone określenie czasu jazdy pojazdu do punktu pomiaru oraz poza nim, bez możliwości przedstawienia długości pokonanej trasy i jej struktury pod względem liczby obsługiwanych odbiorców;
- badania ankietowe wśród kierowców w punktach pomiaru kordonowego nie były skoordynowane pod względem struktury z ankietami przeprowadzonymi wśród podmiotów wykorzystujących pojazdy towarowe, co uniemożliwiło ich wzajemną weryfikację;
- klasyfikacja motywacji do podróży nie uwzględniała wielu rodzajów działalności gospodarczej, charakterystycznych dla obszarów miejskich.

Podsumowując, badania pojazdów towarowych prowadzone w ramach KBR mogą być stosowane w ograniczonym stopniu jako element uzupełniający w odniesieniu do analizy zachowań transportowych mieszkańców. Dodatkowo, podczas kompleksowego badania ruchu przeprowadzonego w Gdańsku w 2016 roku zagadnienie analizy ruchu pojazdów towarowych zostało sprowadzone tylko do statystycznego ujęcia go w ogólnej strukturze ruchu na podstawie badań kordonowych.

Coraz widoczniejszy brak danych dotyczących charakterystyki transportu ładunków doprowadził jednak do podjęcia pierwszych specjalnie opracowanych badań tego zagadnienia w polskich miastach. Były to badania struktury dostaw towarów do odbiorców komercyjnych, przeprowadzone w Szczecinie w 2015 roku i w Gdańsku w 2017 roku. Prezentowane analizy miały różne przeznaczenie. W Szczecinie [123] głównym celem była ocena środowiskowego wpływu transportu dystrybucyjnego z określeniem emisji takich substancji, jak cząstki stałe (PM, *particulate matter*), związki azotu (NO_x) oraz tlenek dwutlenek węgla. Natomiast w Gdyni analiza struktury dostaw służyła wyznaczeniu liczby i rozmieszczenia wyznaczonych miejsc rozładunkowych dla pojazdów towarowych.

Badanie przeprowadzone w Szczecinie miało formę bezpośredniego wywiadu ankietowego w obszarze śródmiejskim, gdzie znajdowało się 1210 podmiotów gospodarczych, z których 774 (64%) zdecydowało się na udział w badaniu. Natomiast analiza struktury dostaw w Gdyni została zrealizowana dwutorowo i dotyczyła 506 podmiotów gospodarczych zlokalizowanych przy ul. Świętojańskiej, Starowiejskiej i na odcinku ul. Abrahama. Przeprowadzono rozbudowany wywiad ankietowy wśród odbiorców oraz dodatkową bezpośrednią obserwację sposobu realizacji dostaw. Obserwacja objęła wszystkie podmioty, natomiast na ankiety odpowiedziało 337 przedsiębiorców (66%). Celem jednoczesnego zastosowania dwóch metod pozyskania danych była weryfikacja wybranych parametrów dostaw, takich jak rodzaj pojazdu towarowego i miejsce jego zatrzymania oraz czas trwania dostawy. Jak wykazano wcześniej, dane tego rodzaju można pozyskać obiema metodami,

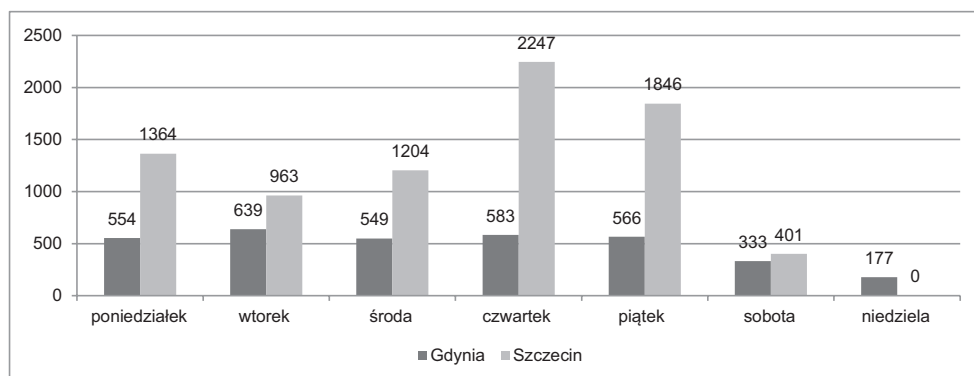
mogą się one jednak różnić poziomem dokładności. Tabela 2.15 przedstawia porównanie kryteriów wykorzystanych w badaniach w Szczecinie i Gdyni.

Tabela 2.15

Kryteria wykorzystane w badaniach profilu dostaw w Szczecinie i w Gdyni [123]

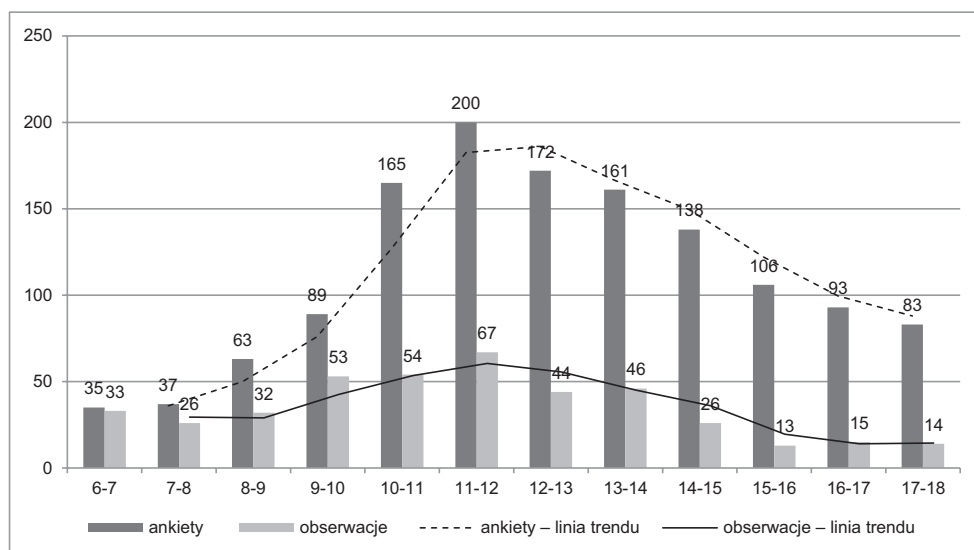
Kryterium	Szczecin	Gdynia	
		obserwacja miejsca dostawy	badanie ankietowe odbiorców
Łączna liczba dostaw	tak	tak, dla dnia obserwacji	tak
Liczba dostaw towarów pomocniczych	nie	nie	nie
Miejsce rozpoczęcia dostawy	nie	tak, w formie dodatkowego wywiadu z kierowcą na miejscu dostawy	odbiorcy mogli wskazać nazwę najczęściej występującego dostawcy
Dostawy łączone z odbiorami	nie	nie	nie
Godzina i dzień realizacji dostawy	tak	tak	tak
Czas trwania dostawy	tak	tak	tak
Miejsce zatrzymania pojazdu	nie	tak	tak
Rodzaj pojazdu realizującego dostawę	tak	tak	tak
Dostawy z naruszeniem przepisów	nie	na podstawie obserwacji miejsca realizacji dostawy	na podstawie identyfikacji miejsca realizacji dostawy
Wykorzystanie dodatkowych urządzeń do rozładunku	nie	nie	nie, uwzględniano częstotliwość dostaw na paletach
Rodzaj towaru	tak	nie	nie, uwzględniano częstotliwość dostaw na paletach
Rodzaj podmiotu realizującego dostawę	tak	nie	tak, poprzez uwzględnienie odsetka dostaw realizowanych samodzielnie przez odbiorcę
Organizacja przewozu (bezpośrednio czy w rundach)	tak	tak, w formie dodatkowego pytania o liczbę odbiorców na analizowanym obszarze	nie
Parametry pojazdu (masa całkowita)	tak	tak	tak
Liczba zatrzymań	tak	tak (wywiad z kierowcą)	nie
Trasa rundy dostaw	nie	nie, znane miejsce rozpoczęcia trasy i miejsce dostawy, dalsza trasa nie była analizowana	nie

Tygodniowa liczba dostaw dla 337 odbiorców w Gdyni zgodnie z wynikami ankiet wyniosła 3401, czyli przeciętnie 10 dostaw tygodniowo na jednego odbiorcę. W Szczecinie 1210 podmiotów otrzymało 8024 dostawy, czyli 6,5 na odbiorcę (rys. 2.5).



Rys. 2.5. Porównanie liczby dostaw w poszczególnych dniach tygodnia w Gdyni i Szczecinie [123]

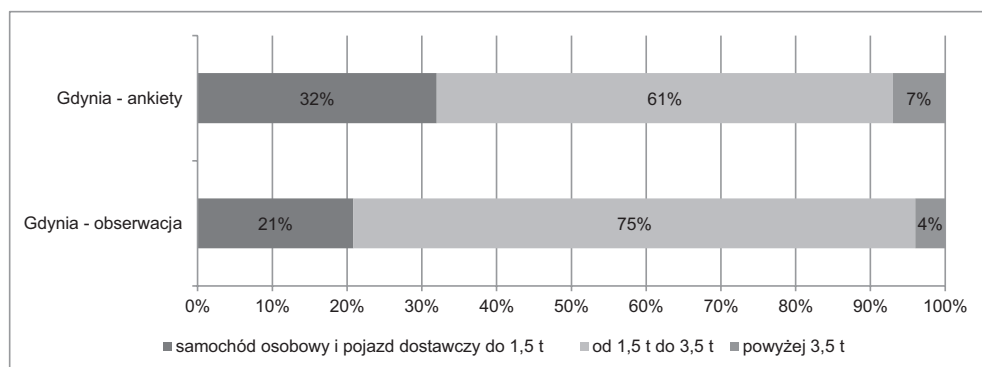
Czasowy rozkład dostaw w Gdyni przedstawiono na rys. 2.6. Ankietowani przedsiębiorcy mogli wskazać, w jakich godzinach najczęściej wykonywane są dostawy, uwzględniając jednocześnie kilka przedziałów godzinowych.



Rys. 2.6. Czasowy rozkład dostaw w Gdyni na podstawie ankiet u odbiorców oraz obserwacji

Wyniki z ankiet oraz obserwacji wskazują na stopniowy wzrost liczby dostaw od godziny 8.00, który osiąga maksimum w przedziale godzinowym 11.00–12.00. Odnotowano również pojedyncze dostawy przed godziną 6.00, których odbiorcami były najczęściej piekarnie. Czas realizacji dostawy w Gdyni wyrażony za pomocą mediany wynosił 10 minut, co odpowiada cytowanym wcześniej wynikom badań zagranicznych.

Zidentyfikowano również strukturę rodzajową pojazdów wykorzystywanych w dostawach w centrach obu miast. Wyniki dla Gdyni prezentuje rys. 2.7.

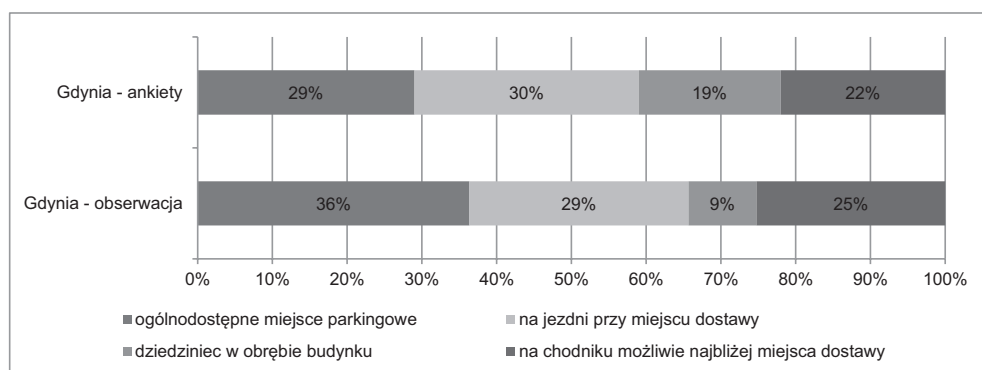


Rys. 2.7. Struktura rodzajowa pojazdów wykorzystywanych w dostawach w Gdyni

Obie metody pomiaru przyniosły porównywalne wyniki, gdyż 93% dostaw według ankiet i 96% dostaw według obserwacji było realizowanych pojazdami dostawczymi. Natomiast samochody ciężarowe od 3,5 t do 10 t w Gdyni realizowały ok. 4–7% dostaw, w zależności od metody badania.

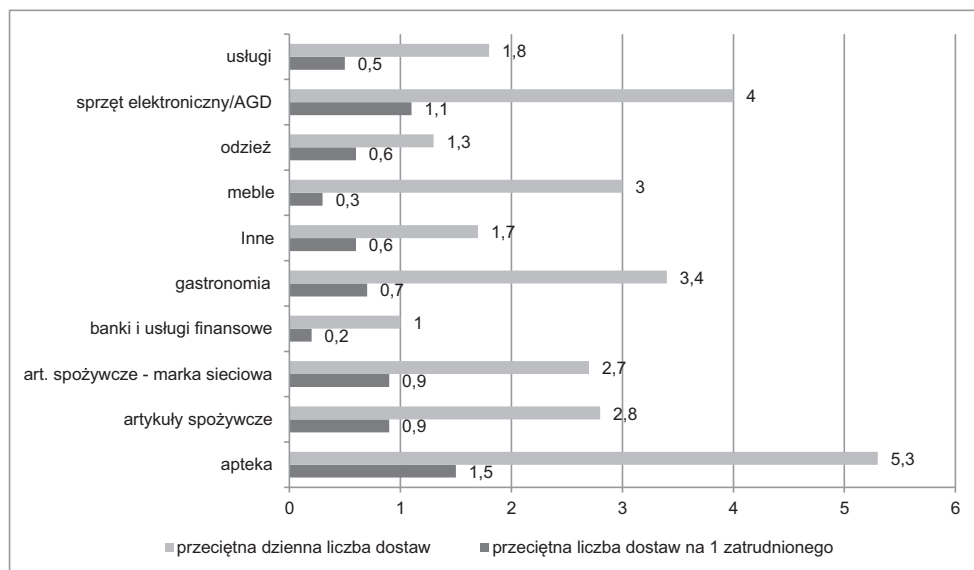
Wyniki uzyskane w Szczecinie wskazują na nieco inną strukturę rodzajową pojazdów. 78% dostaw było realizowanych przez pojazdy do 3,5 t, natomiast samochody ciężarowe do 12 t realizowały 22% dostaw. Pewne zróżnicowanie rezultatów otrzymanych w obu miastach wynika z odmiennego charakteru obszarów objętych badaniem. W Gdyni była to strefa śródmiejska o charakterze ściśle handlowo-usługowym z dużą liczbą punktów gastronomicznych. W Szczecinie natomiast obszar badania był większy i obejmował rodzaje działalności charakteryzujące się bardziej zróżnicowanym zapotrzebowaniem na transport ładunków.

Ważnym czynnikiem wpływającym na warunki ruchu drogowego w miastach oraz bezpieczeństwo wszystkich jego użytkowników jest wybór miejsca zatrzymania pojazdów towarowych. Dane przedstawione na rys. 2.8 wskazują, że ok. 23% dostaw w Gdyni odbywało się z zatrzymaniem pojazdu na chodniku przed siedzibą odbiorcy. Zachowania tego rodzaju utrudniają ruch pieszych, stanowiąc dla nich niekiedy również bezpośrednie zagrożenie.



Rys. 2.8. Miejsce realizacji dostaw w Gdyni

Przeciętną liczbę dostaw przypadających na jednego zatrudnionego w każdej z dziesięciu kategorii odbiorców oraz przeciętną dzienną liczbę dostaw do jednego odbiorcy w Gdyni przedstawia rys. 2.9. Uzyskane wartości są niższe niż w przypadku wyników badań francuskich w podobnych kategoriach. Mimo to relacja liczby dostaw pomiędzy poszczególnymi kategoriami jest podobna, identyfikując branże, w których występuje duże zapotrzebowanie na dostawy.

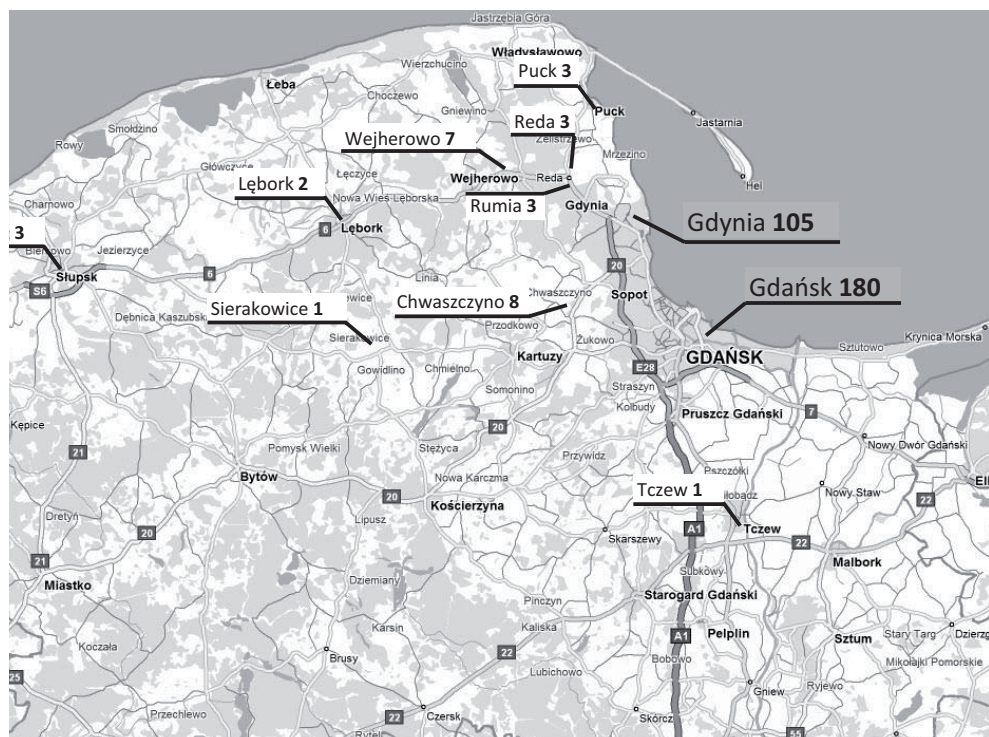


Rys. 2.9. Przeciętna liczba dostaw na jednego zatrudnionego oraz przeciętna dzienna liczba dostaw w Gdyni

Analizie poddano także udział dostaw realizowanych samodzielnie przez właścicieli sklepów, w odróżnieniu od dostaw wykonywanych przez dostawców zewnętrznych. Wyniósł on przeciętnie 24%. Uwzględnienie tej kategorii jest istotne z uwagi na to, że pozwala na prawidłową ocenę liczby przemieszczeń pojazdów towarowych w analizowanym obszarze oraz weryfikację możliwości realizacji działań usprawniających, wpływających na organizację procesu transportowego.

W badaniu przeprowadzonym w Gdyni uwzględniono pytanie o miejsce pochodzenia dostawy, czyli miejsce, z którego wyjechał pojazd towarowy. Nie pozwala to na opracowanie macierzy źródło–cel, możliwa jest jednak ocena zasięgu przestrzennego oddziaływania analizowanego obszaru jako generatora popytu na przewozy. Lokalizację punktów początkowych dostaw realizowanych w obrębie analizowanych ulic w centrum Gdyni przedstawia rys. 2.10. Odbiorcy mieli możliwość wskazania kilku lokalizacji, stąd ich liczba jest większa niż liczba odbiorców biorących udział w badaniu. Na 440 uzyskanych odpowiedzi 373 (78%) jako miejsce rozpoczęcia dostawy wskazywało miasta w województwie pomorskim. Wśród pozostałych odpowiedzi najczęściej wskazywano Warszawę (25), Łódź (18), Poznań (16). Najwięcej, bo aż 180 (41%) odpowiedzi jako miejsce pochodzenia dostawy identyfikowało Gdańsk, natomiast Gdyni dotyczyło 105 odpowiedzi (24%). Część odbiorców miała trudność z precyzyjnym określeniem lokalizacji nadawcy, lokalizując go ogólnie

w Trójmieście (27 odpowiedzi, 6%). Czynnikiem, który może wpływać na częsty wybór Gdańska jako źródła dostawy, jest lokalizacja na jego obszarze siedzib wszystkich firm kurierskich o zasięgu ogólnokrajowym. Przy bardzo częstym wybieraniu ich jako dostawców towarów miało to niewątpliwie wpływ na ostateczny wynik. Uzyskane dane wskazują na ścisłe powiązania transportowe w ramach aglomeracji trójmiejskiej.



Rys. 2.10. Liczba i położenie początkowych punktów dostaw realizowanych w centrum Gdyni na podstawie wywiadu ankietowego wśród odbiorców

Przedstawiona na przykładzie Szczecina i Gdyni ocena możliwości wykorzystania metody badania transportu ładunków wzorowanej na rozwiązaniach stosowanych w miastach europejskich wskazuje na zasadność takiego postępowania. Mimo pewnych różnic w przestrzennej i funkcjonalnej strukturze obszarów analizy w obu miastach uzyskano wiele szczegółowych informacji, które w Gdyni wykorzystano do wprowadzenia wyznaczonych miejsc dostaw w śródmieściu. W obu przypadkach zasięg analizy ograniczono do wybranego obszaru miasta, którego zasięg determinował liczbę i strukturę podmiotów stanowiących próbę badawczą. Jednak w przypadku objęcia analizą większego obszaru miasta należy zastosować odpowiednie metody statystycznego doboru jego struktury. W Polsce problemem jest w tym przypadku system ewidencji podmiotów gospodarczych. Nie pozwala on bowiem na bezpośrednie zidentyfikowanie lokalizacji przedsiębiorcy wraz ze wskazaniem rodzaju prowadzonej działalności oraz liczby zatrudnionych. Wysoki odsetek wypełnionych ankiet (66% w Gdyni oraz 64% w Szczecinie) świadczy o możliwości

pozyskiwania wiarygodnych danych dotyczących funkcjonowania transportu ładunków przy użyciu tej metody badań.

Odnosząc wnioski z analizy badań nad transportem ładunków w polskich miastach do wyboru metody jego modelowania przez samorząd lokalny, należy podkreślić konieczność kompleksowego podejścia do tego zagadnienia. Miasta nie dysponują praktycznie żadnymi informacjami charakteryzującymi ten rodzaj transportu, był on bowiem traktowany jako obszar działalności sektora prywatnego, w dużej mierze niezależny od działań miasta.

Wobec tego ewentualnemu wyborowi modelu transportu ładunków będzie musiało towarzyszyć opracowanie od podstaw systemu pozyskiwania danych o jego funkcjonowaniu. Dlatego metoda wykorzystywana w tym procesie nie może się ograniczać tylko do ogólnego uwzględnienia podstawowych wymagań miasta w zakresie np. realizacji celów strategicznych ujętych w ramach miejskiej polityki transportowej. Powinna ona zapewniać decydentom możliwość zweryfikowania wszystkich aspektów modelowania transportu ładunków. Zalicza się do nich czynniki o charakterze operacyjnym, takie jak struktura dostępnych danych niezbędnych do prawidłowego przedstawienia relacji pomiędzy podmiotami i procesami w transporcie ładunków w miastach. Przeprowadzenie tak szczegółowej analizy może być czasochłonne, ale w rezultacie można oczekiwać, że długofalowe w skutkach decyzje samorządu będą oparte na rzetelnych podstawach i racjonalnej ocenie własnych możliwości.

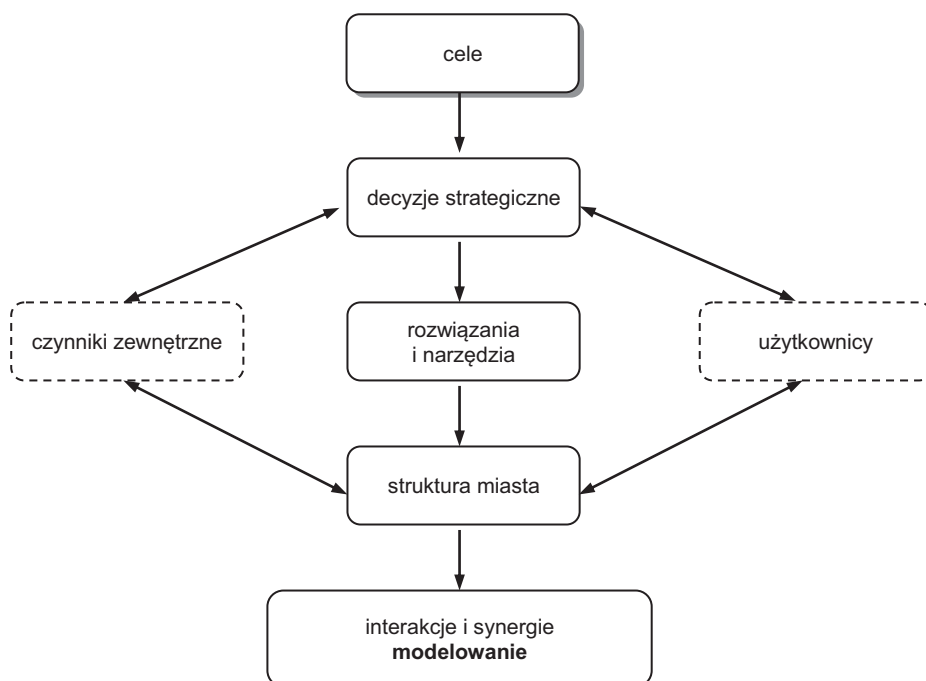
Rozdział 3

Znaczenie celów zarządzania i rozwiązań usprawniających transport ładunków w miastach w wyborze metod jego modelowania

3.1. Zasady parametryzacji celów zarządzania transportem ładunków w miastach

Dotychczasowa analiza transportu ładunków w miastach wskazuje, że jednym z jego najważniejszych uczestników jest sektor publiczny, reprezentowany przez samorząd lokalny. Rzeczywista zdolność do zaangażowania się w kształtowanie systemu transportu ładunków zależy od celów miejskiej polityki transportowej oraz przewidzianych sposobów ich realizacji. Te powiązane ze sobą zagadnienia w bezpośredni sposób wpływają na oczekiwania względem modeli transportu ładunków, zaliczanych do rozwiązań wspomagających zarządzanie systemem transportowym. Znajdują one swój wyraz w możliwości parametryzacji celów zarządzania transportem ładunków oraz klasyfikacji dostępnych w tym celu narzędzi ze względu na zapotrzebowanie na dane.

Strukturę procesu podejmowania decyzji w zarządzaniu transportem ładunków w miastach z uwzględnieniem roli jego modelowania przedstawia rys. 3.1.



Rys. 3.1. Struktura procesu decyzyjnego w zarządzaniu transportem ładunków w miastach [96]

Przyjęcie konkretnych celów oddziaływania na transport ładunków jest wynikiem analizy sytuacji społeczno-gospodarczej miasta i powinno być podporządkowane założeniom zrównoważonego rozwoju. Decyzje strategiczne wymagają stosowania odpowiednich rozwiązań umożliwiających ich realizację, przy uwzględnieniu czynników zewnętrznych, zachowań użytkowników i wpływu struktury przestrzennej oraz ekonomicznej miasta. Elementem niezbędnym do prawidłowego określenia efektów rozpatrywanych działań jest symulowanie scenariuszy rozwoju systemu transportu ładunków w miastach z wykorzystaniem odpowiednich modeli, pozwalających na uwzględnienie powiązań między uczestnikami procesów transportowych.

Koordynacja działań w zakresie zintegrowanego planowania wszystkich rodzajów transportu jest coraz częściej traktowana jako podstawowy wymóg zarządzania miejskim systemem transportowym [124]. Jednoznaczne zdefiniowanie długofalowych celów miasta w odniesieniu do transportu ładunków jest również niezbędne do ewentualnego zaangażowania sektora prywatnego w działania takie jak np. inwestycje w niskoemisyjne środki transportu czy infrastrukturę magazynową [125], wymagające przewidywalności warunków, w jakich prowadzona jest działalność gospodarcza.

Określenie celów zrównoważonego zarządzania transportem ładunków w miastach oraz możliwości ich parametryzacji na potrzeby określenia wymagań dla stosowanych modeli wymaga syntetycznego przeglądu zagadnień o charakterze strategicznym, które będą warunkowały dalszą analizę badanego problemu.

Pojęciem stanowiącym podstawę dalszych rozważań jest rozwój zrównoważony, który został definiowany [126] jako rozwój odpowiadający aktualnym wymaganiom bez ograniczania zdolności przyszłych pokoleń do realizacji własnych celów. Będący jego nieodłącznym elementem zrównoważony system transportowy powinien się charakteryzować następującymi cechami [127]:

- zapewnianie realizacji podstawowych potrzeb przemieszczania i rozwoju jednostek, społeczeństw oraz podmiotów gospodarczych w sposób bezpieczny i nieingerujący w zdrowie ludzi oraz stan środowiska, z jednoczesnym wspieraniem równowagi pomiędzy kolejnymi pokoleniami;
- dostępność ekonomiczna, efektywność, oferowanie wyboru sposobów przemieszczania się i wspieranie konkurencyjności gospodarki;
- ograniczanie emisji szkodliwych substancji związanych z transportem, wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii oraz korzystanie ze źródeł nieodnawialnych na poziomie nie wyższym niż poziom, na którym istnieje możliwość zastąpienia ich źródłami odnawialnymi, przy jednoczesnym ograniczaniu terenochłonności.

Formułowane szczegółowe wymagania [128] można przedstawić w formie rekomendacji opartych na dotychczasowych doświadczeniach w tej dziedzinie [129]:

- zapewnienie dostępności oferowanej przez system transportowy wszystkim grupom użytkowników oraz podmiotów gospodarczych, przy zachowaniu wymienionych dalej wymagań;
- ograniczanie negatywnego oddziaływania transportu na zdrowie i bezpieczeństwo mieszkańców;
- ograniczanie emisji zanieczyszczenia powietrza oraz emisji hałasu i zużycia energii;
- zwiększenie efektywności i rentowności transportu osób i towarów z uwzględnieniem kosztów zewnętrznych;
- podniesienie poziomu życia mieszkańców miast oraz atrakcyjności przestrzeni miejskiej.

Jednym z integralnych elementów przytoczonych rekomendacji jest oparcie planowania transportu w miastach na analizie scenariuszy zmian i opracowaniu prognoz jego rozwoju. W odniesieniu do transportu ładunków jest to więc obszar stosowania analizowanych wcześniej metod jego badania oraz modelowania.

Założenie o konieczności zapewnienia mechanizmów przewidywania rezultatów planowanych działań wiąże się z istnieniem dwóch koncepcji tworzenia zrównoważonego systemu transportowego przez miasto jako głównego realizatora miejskiej polityki transportowej. Bez względu na przyjętą metodę każda z koncepcji zakłada pomiar bieżącego stanu systemu oraz symulację wariantów jego zmiany [130]:

- 1) podejście definiujące docelową wizję zrównoważonego systemu transportowego, wyrażoną za pomocą zbioru kluczowych parametrów definiujących oczekiwany stan systemu, któremu podporządkowane są podejmowane cele i działania;
- 2) podejście zakładające rezygnację z określenia jednoznacznego docelowego miernika osiągnięcia poziomu, w którym system będzie uznawany za zrównoważony. W zamian za cel przyjmuje się systematyczne wprowadzanie coraz bardziej złożonych rozwiązań, których efektywność można wyrazić w postaci zbioru skorelowanych ze sobą wskaźników, umożliwiających obserwację zmian w systemie transportowym. W tej metodzie miejski system transportowy znajduje się na ścieżce zakładającej stopniową poprawę parametrów w kluczowych dla miasta obszarach.

Odnosząc przedstawione koncepcje do problematyki transportu ładunków, można określić założenia dotyczące jego zrównoważonego rozwoju. Zostaną one następnie wykorzystane do ustalenia celów działań miasta w kierunku ich realizacji. System transportowy powinien [131]:

- zapewniać dostęp do wszystkich rodzajów transportu ładunku występujących w danym mieście;
- ograniczać zanieczyszczenie powietrza, emisję hałasu oraz powstawanie odpadów do poziomu niestanowiącego zagrożenia dla zdrowia mieszkańców oraz stanu środowiska naturalnego;
- ograniczać energochłonność oraz zwiększać efektywność ekonomiczną przewozów towarów, z uwzględnieniem kosztów zewnętrznych;
- przyczyniać się do poprawy jakości oraz atrakcyjności przestrzeni miejskiej poprzez ograniczenie ryzyka wypadków i terenochłonności bez ograniczania swobody przemieszczania mieszkańców.

Określenie tych założeń jest niezbędne do wskazania obszarów funkcjonalnych, których powinna dotyczyć polityka transportowa miasta w tej dziedzinie. Ich wyodrębnienie pozwoli z kolei na identyfikację celów strategicznych oraz sposobów, w jaki będą one realizowane. Strukturę funkcjonalną potencjalnych obszarów realizacji miejskiej polityki zarządzania transportem ładunków oraz towarzyszących im celów strategicznych przedstawia rys. 3.2. Wyodrębnione obszary funkcjonalne obejmują aspekty scharakteryzowane poniżej [132].

1. Zrównoważony rozwój:

- zarządzanie dostępnością do wyznaczonych obszarów miasta lub elementów infrastruktury transportowej z uwzględnieniem ich specyfiki oraz uwarunkowań technicznych;

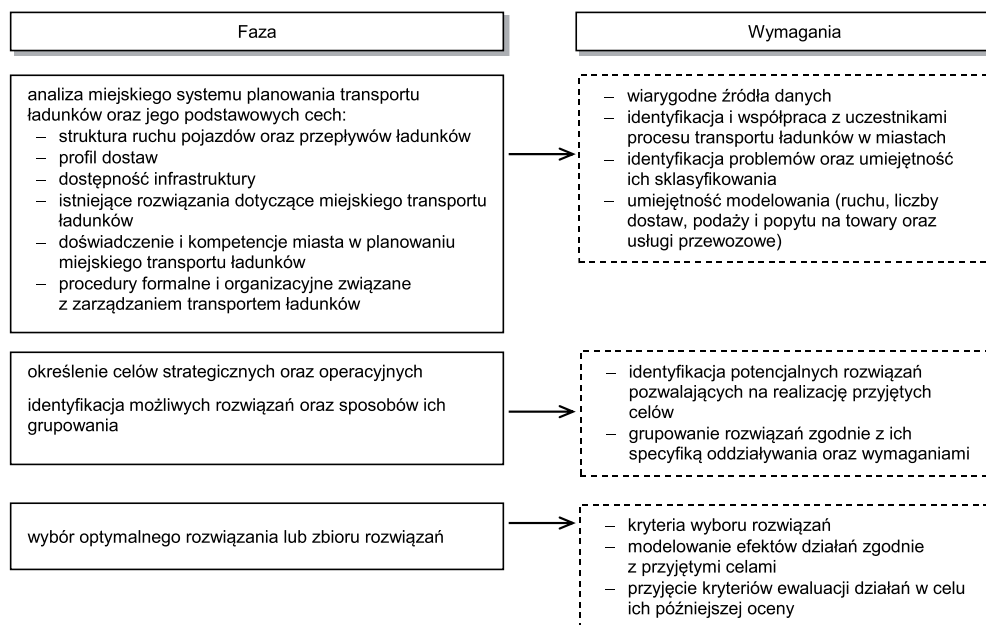
- ograniczenie nadmiernej eksploatacji infrastruktury, prowadzącej do jej przedwczesnego zużycia wymuszającego ponoszenie nieuzasadnionych nakładów inwestycyjnych;
 - wykorzystanie infrastruktury transportowej (liniowej i punktowej) do kształtowania procesów rozwoju przestrzennego i gospodarczego;
 - wykorzystanie nowych rozwiązań technologicznych (w tym ITS/ICT – *intelligent transport systems/ information and communication technologies*) do podniesienia efektywności miejskich procesów logistycznych;
 - uwzględnienie wszystkich kosztów zewnętrznych transportu przy tworzeniu regulacji, np. opłat za wjazd do wybranej strefy miasta, uzależnionych od spełnianej przez pojazd normy emisji spalin.
2. Mobilność:
- zapewnienie dostępu do każdego rodzaju aktywności gospodarczej na terenie miasta;
 - uwzględnienie wymagań wszystkich grup użytkowników systemu transportu ładunków w miastach;
 - zapewnienie możliwości wyboru rodzaju transportu, zgodnie z istniejącymi uwarunkowaniami techniczno-organizacyjnymi i infrastrukturalnymi oraz zasadą racjonalności ekonomicznej;
 - wspieranie innowacyjnych rozwiązań w zarządzaniu miejskim łańcuchem dostaw oraz realizacją usług przewozowych.
3. Warunki życia mieszkańców oraz atrakcyjność przestrzeni miejskiej:
- ograniczenie emisji substancji związanej z wykorzystaniem paliw kopalnych oraz emisji hałasu związanej z działalnością transportową;
 - racjonalizacja dostępnej przestrzeni miejskiej w celu zapewnienia dogodnego dostępu do usług, wypoczynku, edukacji oraz pozostałych aktywności oferowanych przez miasto jako system społeczno-gospodarczy;
 - poprawa bezpieczeństwa użytkowników systemu transportowego.



Rys. 3.2. Potencjalne obszary realizacji miejskiej polityki transportowej w obszarze transportu ładunków [133]

Wyznaczanie celów interwencji miasta dotyczących transportu ładunków nie może następować w oderwaniu od posiadanych w tej dziedzinie kompetencji. Długofalowe cele działań samorządu powinny uwzględniać możliwość realnego zrealizowania zaplanowanych działań z wykorzystaniem posiadanych zasobów w przewidywalnym czasie. Stwierdzenie to nabiera szczególnego znaczenia wobec ograniczonych doświadczeń krajowych samorządów w odniesieniu do zarządzania transportem ładunków.

Planowanie działań dotyczących transportu ładunków w miastach jest usystematyzowanym procesem, którego przebieg ilustruje rys. 3.3. Przedstawiona na nim analiza miejskiego systemu planowania transportu ładunków uwzględnia między innymi ocenę doświadczeń i kompetencji miasta.



Rys. 3.3. Faza planowania działań dotyczących transportu ładunków w miastach [134, 135]

Wybrane zagadnienia będące przedmiotem oceny obejmują [136]:

- system planowania i zarządzania transportem ładunków, m.in. zrealizowane lub zaplanowane działania i dostępność narzędzi analitycznych wspomagających analizę transportu ładunków;
- charakterystykę systemu transportu ładunków, m.in. dostępność i jakość danych charakteryzujących przewozy ładunków oraz główne problemy związane z transportem ładunków i najczęstsze przyczyny ich występowania;
- uczestników procesów transportowych w mieście, m.in. dominujący sposób organizacji transportu ładunków oraz identyfikacja podmiotów generujących największe zapotrzebowanie na przewozy.

Rzetelne przeprowadzenie takiej oceny ma ułatwić określenie kolejności niezbędnych działań, zgodnie z posiadanymi przez miasto możliwościami organizacyjnymi

i technicznymi. Jest to konieczne do sprawnego włączenia przewozów ładunków w proces planowania systemu transportowego. Wśród najważniejszych zagadnień należy tu wymienić [129]:

- transport ładunków, który powinien być integralnym składnikiem miejskiego planu transportowego jako element długofalowej strategii rozwoju miasta (20–30 lat);
- zasięg metropolitalny, przyjmujący jako docelowy obszar planowania szeroko pojętą aglomerację, z jasnym podziałem zakresu kompetencji pomiędzy zaangażowane podmioty publiczne;
- konsultacje z poszczególnymi grupami użytkowników systemu transportowego w celu zapewnienia transparentności procesu planowania oraz jakości, akceptacji i efektywności planowanych działań;
- współpracę z uczestnikami procesów transportowych w celu zapewnienia koordynacji pomiędzy gałęziami transportu oraz optymalnego zasięgu geograficznego planu.

Jednak dotychczasowe przejawy zaangażowania miast są związane głównie z transportem zbiorowym i indywidualnym, z pominięciem transportu ładunków. Jest to sprzeczne z zasadami integracji polityki transportowej, pozwalającymi na osiągnięcie jej większej efektywności, co powinno się przejawiać w następujących kwestiach [137]:

- integracja pomiędzy instrumentami dotyczącymi poszczególnych rodzajów transportu;
- integracja pomiędzy instrumentami w zakresie rozwiązań infrastrukturalnych, zarządzania, przepływu informacji oraz cen usług transportowych;
- integracja pomiędzy zasadami planowania przestrzennego oraz planowaniem transportu;
- integracja z pozostałymi obszarami polityki miejskiej, takimi jak ochrona zdrowia czy rozwój gospodarczy.

Zamiast tak rozumianych zasad integracji samorządy lokalne stosują jednak krótkoterminowe podejście do problematyki transportu ładunków, co często skutkuje jej wewnętrzną sprzecznością z celami strategicznymi [138]. Nakłada się na to często konieczność zapewnienia współpracy międzyinstytucjonalnej w postaci [129]:

- poziomej integracji pomiędzy jednostkami w ramach struktury administracyjnej miasta;
- przestrzennej integracji pomiędzy sąsiadującymi jednostkami samorządowymi;
- pionowej integracji pomiędzy administracją lokalną, regionalną, krajową i ponadnarodową, np. administracją europejską.

Podsumowując, do przyczyn problemów z integracją transportu ładunków w ramach miejskiej polityki transportowej można zaliczyć [137]:

- czynniki instytucjonalne i formalne, dotyczące braku uprawnień do realizacji konkretnych działań oraz zasad podziału odpowiedzialności pomiędzy różnymi instytucjami publicznymi ograniczających możliwość ich samodzielnego wdrożenia przez jedną z nich;
- czynniki finansowe, związane z ograniczeniami dostępności środków finansowych na realizację wybranych działań, jak również specyficznymi ograniczeniami dotyczącymi elastyczności stosowania wybranych rozwiązań fiskalnych;
- bariery polityczne, wiążące się najczęściej z brakiem poparcia politycznego lub publicznego, ograniczeniami uwarunkowanymi dużą siłą nacisku wybranych grup użytkowników systemu transportowego, jak również nastawieniem wobec stosowania regulacji oraz ich egzekwowania, co determinuje efektywność wielu instrumentów miejskiej polityki transportowej.

Analiza czynników wpływających na jakość systemu planowania transportu ładunków w miastach pozwala na konkluzję, że podstawowym wyzwaniem jest tu poprawne określenie, jakie efekty miasto chce osiągnąć w tym obszarze. Powinny one znaleźć odzwierciedlenie w celach miejskiej polityki transportowej. Z punktu widzenia możliwości zastosowania narzędzi modelowania jest to zagadnienie kluczowe, ułatwia bowiem klasyfikację dostępnych modeli przewozów ładunków oraz definiuje zakres informacji niezbędnych do ich stosowania.

Racjonalnie sformułowane cele zarządzania transportem ładunków powinny uwzględniać analizowane wcześniej zagadnienia, czyli jego organizacyjną i podmiotową złożoność, która wpływa na charakter interakcji pomiędzy uczestnikami procesów transportowych oraz sposób, w jaki oddziałują oni na ten system. W tym celu niezbędna jest parametryzacja celów zarządzania transportem ładunków, czyli wyrażenie ich w postaci kryteriów podlegających analizie ilościowej.

Większość podmiotów w transporcie ładunków w miastach należy do sektora prywatnego, którego celem jest minimalizacja całkowitego kosztu funkcjonowania łańcucha dostaw. Działalność sektora prywatnego stanowi źródło wielu kosztów zewnętrznych, związanych z zanieczyszczeniem powietrza, hałasem i wibracjami, zajętością terenu oraz innymi czynnikami [139]. Sektor prywatny nie uwzględnia tych kosztów w swoim rachunku ekonomicznym, opierając się jedynie na własnych kosztach wewnętrznych. W związku z tym odpowiedzialność za skuteczny wpływ na efektywność działalności związanej z transportem ładunków w miastach spoczywa w rękach sektora publicznego, który dysponuje narzędziami służącymi internalizacji kosztów zewnętrznych transportu, oddziałując kompleksowo na wszystkich uczestników systemu [30]. W związku z tym, zakładając ocenę skutków tych rozwiązań za pomocą modeli transportu ładunków, należy uwzględnić parametry pozwalające na prawidłowe odwzorowanie procesów będących przedmiotem zainteresowania decydentów. Można do nich zaliczyć negatywne efekty związane z działalnością transportową w miastach, wymienione w tabeli 3.1.

Tabela 3.1

Negatywne efekty działalności transportowej [140]

Efekty ekonomiczne	Efekty środowiskowe	Efekty społeczne
– zwiększenie kongestii – nieefektywność – nadmierne zużycie zasobów	– zanieczyszczenie powietrza – zużycie paliw kopalnych – degradacja środowiska naturalnego – produkcja odpadów	– negatywne oddziaływanie na zdrowie społeczeństwa – społeczne koszty wypadków drogowych – brak alternatywy dla samochodu osobowego w zakresie podstawowych potrzeb przemieszczania – spadek wartości użytkowej przestrzeni miejskiej

W tej sytuacji cele miejskiej polityki transportowej powinny się koncentrować na zwiększeniu efektywności systemu transportu ładunków przy jednoczesnym ograniczeniu kongestii transportowej oraz redukcji niepożądanych efektów zewnętrznych. Przedstawia je tabela 3.2.

Tabela 3.2

Cele oddziaływania na transport ładunków w miastach [21]

Cel	Opis
Ekonomia	– rozwój systemu transportu ładunków w celu poprawy funkcjonowania gospodarki lokalnej, regionalnej i krajowej – koncentracja na sektorach gospodarki lokalnej funkcjonujących na podstawie wymiany towarowej – uwzględnienie lokalizacji i funkcjonowania portów oraz obiektów logistycznych
Efektywność	– redukcja kosztów działalności transportowej, związanych bezpośrednio z przemieszczaniem towarów oraz operacjami rozładunkowymi – koncentracja na problemach dotyczących kongestii transportowej – problemy nieefektywności infrastruktury drogowej w zakresie jej dostępności oraz jakości, zarządzania ruchem, oznakowania i przepustowości – koszty dostaw związane z załadunkiem i wyładunkiem, parkowaniem, działalnością magazynową, możliwością dojazdu do odbiorcy oraz godzinami dostaw – koszty zużycia energii związane z prędkością pojazdu, jego rodzajem oraz typem ładunku
Bezpieczeństwo drogowe	– minimalizacja liczby osób poszkodowanych w trakcie wypadków – nacisk na zarządzanie bezpieczeństwem ruchu drogowego, charakterystykę infrastruktury transportowej, wyposażenie pojazdów i szkolenie kierowców oraz planowanie przestrzenne
Ochrona środowiska	– ograniczenie hałasu, terenochłonności, zanieczyszczenia powietrza oraz pozostałych efektów zewnętrznych działalności transportowej – uwzględnienie zagrożenia i uciążliwości związanych z obecnością ciężkich pojazdów towarowych w obszarach zurbanizowanych
Infrastruktura i zarządzanie	– uwzględnienie możliwości oddziaływania sektora publicznego poprzez regulacje, ceny, podatki oraz inwestycje infrastrukturalne – inwestycje infrastrukturalne oraz utrzymanie infrastruktury w powiązaniu z działalnością transportową
Struktura miasta	– zapewnienie odpowiedniego umiejscowienia obiektów logistycznych w strukturze przestrzennej i funkcjonalnej miasta z uwzględnieniem jego wielkości oraz wpływu decyzji lokalizacyjnych na koszt transportu oraz intensywność przewozów

Cele są ze sobą powiązane i oddziałują wzajemnie na wielu płaszczyznach. W związku z tym modelowanie systemu transportowego w odniesieniu do konkretnego celu wpływa na pozostałe – pozytywnie lub negatywnie. Wyzwaniem jest zapewnienie odpowiedniego poziomu szczegółowości opisu poszczególnych zagadnień, tak aby można było w wiarygodny sposób przewidzieć efekty projektowanych rozwiązań. Cele można uszczegółowić, przedstawiając obszary i kategorie związane z charakterystyką transportu ładunków. Można im przypisać wskaźniki pozwalające wyrazić ilościowo jego stan, przedstawione w tabeli 3.3.

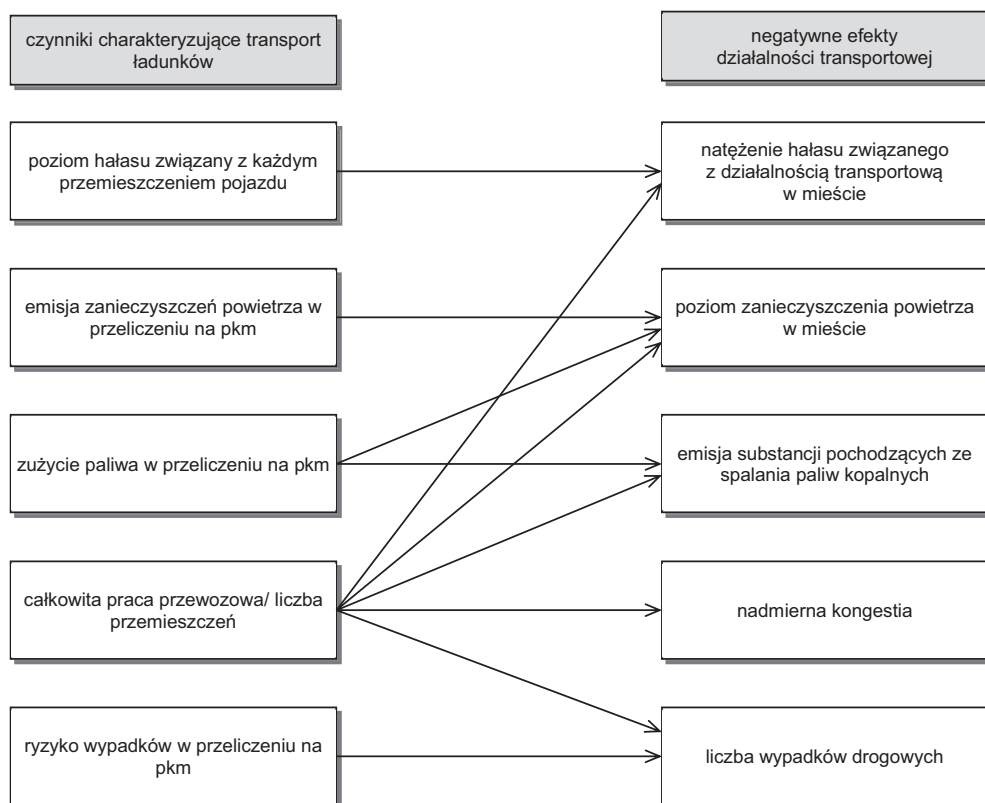
Tabela 3.3

Wskaźniki powiązane z obszarami funkcjonalnymi w transporcie ładunków w miastach [141]

Obszar	Kategoria	Wskaźnik
Wielkość przewozów ładunków w obszarach zurbanizowanych	popyt na transport	– masa i objętość przemieszczanych towarów
	system logistyczny	– odbiorcy towarów – koszty logistyczne – udział kosztów dystrybucji miejskiej w całkowitych kosztach funkcjonowania łańcuchów dostaw – wynagrodzenia w transporcie ładunków
	populacja	– liczba ludności i gęstość zaludnienia w obszarze zurbanizowanym – przeciętna wielkość gospodarstwa domowego
Flota pojazdów towarowych	pojazdy towarowe	– liczba pojazdów w poszczególnych kategoriach rodzajowych – udział pojazdów towarowych w ruchu drogowym – struktura własnościowa pojazdów – liczba i charakterystyka pojazdów wykorzystywanych specyficznie w obszarach zurbanizowanych
	ruch pojazdów towarowych	– liczba pojazdów wjeżdżających do miasta – czasowy rozkład ruchu pojazdów towarowych w ciągu doby
	wywóz odpadów i usługi towarzyszące	– liczba przemieszczeń w celu wywozu odpadów – liczba przemieszczeń związanych z realizacją usług towarzyszących na rzecz odbiorców towarów
	wydajność	– praca przewozowa pojazdów ciężarowych (pkm) – wykorzystanie ładowności pojazdów
Struktura dostaw towarów w miastach	ogólna struktura dostaw (operatorzy)	– liczba i czas realizacji dostaw – dostawy łączone w tury, liczba zatrzymań w ramach tury, odległość pomiędzy zatrzymaniami – pokonany dystans – źródło dostaw – czas jazdy w obszarze miasta i poza nim
	ogólna struktura dostaw (odbiorcy)	– liczba dostaw w siedzibie odbiorcy – czas trwania dostawy
	dostawy domowe	– liczba kilometrów pokonanych przez pojazdy realizujące dostawy
Wkład w lokalną gospodarkę	zatrudnienie w sektorze transportowym i logistycznym	– liczba miejsc pracy – liczba przedsiębiorstw sektora transportowo-logistycznego
Środowisko naturalne	zużycie energii	– rodzaj paliwa wykorzystywanego w pojazdach – całkowite zużycie energii w transporcie ładunków – zużycie nieodnawialnych źródeł paliw
	zanieczyszczenie powietrza	– typowa charakterystyka emisji w podziale na poszczególne rodzaje pojazdów towarowych – udział transportu towarowego w całości emisji zanieczyszczeń powietrza w obszarze zurbanizowanym
	hałas	– natężenie hałasu w czasie jazdy pojazdu – natężenie hałasu w miejscach załadunku i wyładunku
Bezpieczeństwo	wypadki i poszkodowani w transporcie ładunków w miastach	– liczba zdarzeń drogowych – liczba poszkodowanych – udział poszczególnych rodzajów pojazdów towarowych w zdarzeniach drogowych – liczba zdarzeń drogowych z udziałem ciężkich pojazdów towarowych
	rodzaj uczestników ruchu	– rowerzyści – piesi – kierowcy pojazdów osobowych

Liczba i zróżnicowanie wskaźników utrudniają określenie, które z nich są najważniejsze dla prawidłowej parametryzacji transportu ładunków. Należy unikać nadmiernego rozbudowywania zestawu wskaźników w obawie przed utratą szczegółowości analizy. Lepszym rozwiązaniem jest koncentracja na zawężonej liczbie podstawowych wskaźników, najlepiej odzwierciedlających najważniejsze wymagania decydentów. W dalszej kolejności można je uzupełnić dodatkowymi wskaźnikami, pozwalającymi na poszerzenie zakresu analizy. Właściwy wybór kluczowych zmiennych pozwoli się skoncentrować na jakości danych wejściowych, co jest szczególnie ważne w przypadku posiadania ograniczonych zasobów lub niewielkiego doświadczenia w tej dziedzinie. Zidentyfikowane wskaźniki powinny się cechować łatwością pomiaru oraz umożliwiać funkcjonalną integrację charakterystyki poszczególnych uczestników procesu transportu ładunków.

Poszukując zmiennych parametryzujących transport ładunków w miastach, warto ocenić, jaka jest relacja między podstawowymi czynnikami charakterystycznymi dla tego rodzaju przewozów a ich negatywnymi przejawami. Ponieważ ograniczanie tych ostatnich stanowi najczęściej główny cel zaangażowania władz lokalnych, łatwiejsze będzie wskazanie kluczowych zmiennych łączących cele strategiczne z wymaganiami dotyczącymi ich modelowania. Zestawienie to zostało zaprezentowane na rys. 3.4.



Rys. 3.4. Związek pomiędzy przejawami działalności transportowej oraz jej negatywnymi efektami w miastach [70]

Wskaźnikiem najlepiej odwzorowującym cechy transportu ładunków w miastach przy uwzględnieniu jego negatywnego oddziaływania na otoczenie jest wielkość pracy przewozowej pojazdów towarowych. Parametr ten wpływa również bezpośrednio na zwiększenie kongestii transportowej. Natomiast poprzez dodatkowe uwzględnienie liczby przemieszczeń pojazdów, wyrażonych liczbą rund oraz liczbą i rozmieszczeniem odbiorców, uzyskuje się możliwość odwzorowania struktury procesów dystrybucyjnych jako elementu ruchu drogowego. Na podstawie wielkości pracy przewozowej można także wartościować pozostałe parametry, takie jak emisja hałasu oraz zanieczyszczeń powietrza związanych z działalnością transportową. Wymaga to pozyskania dodatkowych informacji o strukturze rodzajowej floty pojazdów towarowych oraz uśrednionych parametrach emisji zanieczyszczeń powietrza. Dane o strukturze rodzajowej pojazdów można zdobyć tymi samymi metodami co dane na temat organizacji dostaw, co ułatwia ich gromadzenie oraz późniejsze wykorzystanie. Nieco większym problemem jest pomiar emisji hałasu związanego z działalnością transportową, zarówno w czasie jazdy, jak i podczas manipulacji towarem w miejscu dostawy. Ze względu na specyfikę analizowanego zjawiska wymaga ono stosowania wyspecjalizowanych i kosztownych metod pomiaru.

Jednak przyjęcie pracy przewozowej jako podstawowej zmiennej parametryzującej transport ładunków nie rozwiązuje automatycznie problemów związanych z wyborem docelowej struktury modelu. Przemieszczenia pojazdów towarowych można badać za pomocą różnych metod, co wskazano we wcześniejszej części monografii. Zalicza się do nich np. badania kordonowe, wywiady ankietowe z przedsiębiorcami lub badania struktury dostaw do odbiorców, uzupełnione wywiadami z kierowcami pojazdów towarowych. Każde z tych rozwiązań zapewnia inny poziom szczegółowości pozyskiwanych danych oraz dokładności odwzorowania struktury procesu transportu ładunków. Wpływa to na docelową funkcjonalność modeli transportu ładunków.

Dlatego prowadzoną analizę należy rozszerzyć o kolejny element, polegający na ocenie narzędzi realizacji celów miejskiej polityki transportowej w odniesieniu do zapotrzebowania na dane niezbędne do ich urzeczywistnienia. Powiązanie parametryzacji celów strategicznych z narzędziami ich realizacji ułatwi opracowanie metody wyboru modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny na podstawie wspólnego elementu, jakim jest wymagana struktura danych wejściowych.

3.2. Analiza wymagań dotyczących narzędzi usprawniających w transporcie ładunków w miastach

W poprzednim rozdziale poddano analizie cele zrównoważonego zarządzania transportem ładunków w miastach, zwracając szczególną uwagę na możliwość ich parametryzacji za pomocą odpowiednich wskaźników. Miało to na celu określenie wymagań dotyczących modeli transportu ładunków, wynikających z prowadzonej przez samorząd polityki zarządzania tym transportem. Z punktu widzenia wyboru modelu odpowiadającego wymaganiom miasta duże znaczenie ma również ocena, jak charakterystyka dostępnych narzędzi usprawniających transport ładunków wpływa na wymagania funkcjonalne stawiane modelom. Konieczne wobec tego jest określenie wymagań analitycznych dotyczących tych narzędzi. Wyrażają się one w postaci zapotrzebowania na dane niezbędne do symulacji rezultatów ich zastosowania, wskazując jednocześnie, jakie parametry powinny uwzględniać wykorzystywane modele transportu ładunków.

W literaturze jest dostępnych wiele klasyfikacji rozwiązań usprawniających transport ładunków w miastach [33, 142–146]. Punktem wyjścia do dalszej analizy będzie klasyfikacja uwzględniająca działania dostępne dla lokalnych samorządów [143]. Wprowadzono w niej ważne z perspektywy dalszych rozważań pojęcie rozwiązań samodzielnych i złożonych. Rozwiązania samodzielne odnoszą się do konkretnego problemu. Są one wybierane z uwagi na potrzeby określonej grupy użytkowników systemu transportowego i w związku z tym mogą w mniejszym stopniu uwzględniać warunki funkcjonowania innych użytkowników. Natomiast rozwiązania złożone powstają na bazie połączenia kilku rozwiązań samodzielnych i przez to powinny stanowić podstawowe narzędzie miejskiej polityki zarządzania transportem ładunków. Właściwie zaprojektowane, pozwalają na uwzględnienie interesów szerszej grupy podmiotów, przy jednoczesnym ograniczeniu możliwości wykluczenia niektórych z nich z udziału w generowanych korzyściach.

Podział rozwiązań usprawniających na samodzielne i złożone w logiczny sposób odpowiada przedstawionemu wcześniej zestawieniu kryteriów opisu relacji w transporcie ładunków uwzględniającego zmienną podstawową i zmienne uzupełniające. Zmienna podstawowa jest zasadniczym nośnikiem informacji, natomiast towarzyszące jej zmienne uzupełniające pozwalają wziąć pod uwagę szersze spektrum badanego zagadnienia. Podobna relacja występuje pomiędzy analizowanymi rodzajami rozwiązań – te pierwsze determinują możliwość uzyskania dodatkowych efektów synergicznych. Klasyfikację rozwiązań samodzielnych zawarto w tabeli 3.4.

Jednym z rozwiązań najczęściej stosowanych przez samorządy lokalne są regulacje. Można je ogólnie podzielić na rozwiązania wprowadzające ograniczenia, wprowadzające opłaty oraz przyznające priorytet wybranym użytkownikom [147]. Rozwiązania ograniczające mogą dotyczyć dostępu do niektórych obszarów, możliwości postoju oraz warunków realizacji dostawy. Regulacje dostępu poprzez opłaty wpływają bezpośrednio na wielkość i strukturę ruchu na danym obszarze. Priorytety mogą natomiast dotyczyć możliwości wykorzystania miejsc dotychczas zarezerwowanych dla innych użytkowników, np. postojów taksówek czy buspasów. Zróżnicowanie w ramach priorytetów może być wykorzystywane w celu stworzenia zachęt dla zachowań oczekiwanych przez regulatora oraz w celu uwzględnienia specyficznych wymagań wybranych użytkowników.

Powszechnym rozwiązaniem regulacyjnym są okna czasowe określające warunki dostępu pojazdów towarowych do określonych obszarów miasta. Założeniem tego typu regulacji jest ograniczenie konfliktu interesów pomiędzy różnymi grupami użytkowników miejskiego systemu transportowego, czyli pieszymi, kierowcami samochodów osobowych i przedstawicielami sektora logistycznego. Problem ze stosowaniem okien czasowych wiąże się jednak ze sprzecznymi interesami zainteresowanych użytkowników. Dostawcy mogą być zainteresowani realizacją dostaw w godzinach pozaszczytowych (np. dostawy wieczorne lub wczesnoporanne) ze względu na dogodne warunki ruchu. Odbiorcy detaliczni preferują zaś dostawy w godzinach otwarcia ich sklepów w celu uniknięcia dodatkowych kosztów obsługi dostaw w innych godzinach. Mieszkańcy natomiast oczekują zarówno spokojnego otoczenia w godzinach wieczornych i porannych, jak i w pełni zaopatrzonych sklepów.

Sprzeczność interesów wymienionych grup użytkowników wskazuje, jak skomplikowana może być ocena efektów stosowania nawet stosunkowo prostego technicznie narzędzia regulacyjnego. Do właściwej oceny konieczne jest uwzględnienie charakterystyki aktywności poszczególnych grup zaangażowanych podmiotów. Przy założeniu wykorzystania w tym celu modelu transportu ładunków niezbędne jest ujęcie w jego strukturze

hierarchicznej zależności pomiędzy zmiennymi podstawowymi i uzupełniającymi na bazie wiedzy o strukturze organizacyjnej i podmiotowej analizowanych procesów.

Tabela 3.4

Klasyfikacja dostępnych dla samorządów lokalnych rozwiązań racjonalizujących transport ładunków w miastach [143]

Kategoria	Grupa	Rozwiązanie
Infrastruktura transportowa	punkty przeładunkowe	terminale miejskie miejskie centra konsolidacyjne wykorzystanie istniejących terminali kolejowych oraz portów morskich i śródlądowych wykorzystanie dostępnych publicznych miejsc postojowych
	zmiana struktury gałęziowej	wykorzystanie tramwaju towarowego wykorzystanie kolei
Zagospodarowanie przestrzenne i wykorzystanie przestrzeni miejskiej	parkingi	wskazanie jako miejsca dostaw planowanie rozmieszczenia ogólnodostępnych miejsc postojowych wykorzystanie miejsc zastrzeżonych dla innych użytkowników (np. postoje taksówek)
	regulacje budowlane	zapewnienie w obrębie budynku odpowiednich miejsc przeznaczonych do operacji ładunkowych wykorzystanie dostępnych miejsc prywatnych
Ograniczenia dostępu	ograniczenia przestrzenne	dostęp w zależności od masy i wymiarów pojazdów towarowych warunki dostępu do stref pieszych warunki zatrzymania na jezdni w celu realizacji dostawy zamknięcie centrum miasta dla ruchu prywatnego opłaty wjazdowe
	ograniczenia czasowe	zapewnienie odpowiedniej rotacji w wyznaczonych miejscach dostaw dostawy nocne warunki zatrzymania na jezdni w celu realizacji dostawy okna czasowe dla dostaw
Zarządzanie ruchem	zakres oddziaływania	klasyfikacja sieci drogowej zgodnie z dopuszczalnym rodzajem pojazdów towarowych harmonizacja regulacji klasyfikacja przewoźników
	informacje dla użytkowników	informacje o bieżących warunkach ruchu informacje o dostępnych miejscach postojowych rezerwacja miejsc dostaw

Problemem często poruszonym w odniesieniu do skutków wprowadzenia okien czasowych jest pogorszenie efektywności działalności dostawców. Jedno z najbardziej rozbudowanych badań tego zagadnienia przeprowadzono w 2005 roku w Holandii [148]. Jego wyniki wskazują, że regulacje czasowe powodują nie tyle bezwzględne ograniczenie negatywnych efektów działalności dystrybucyjnej, co ich przeniesienie na inną porę dnia. Jednocześnie

poprawie jakości i dostępności przestrzeni miejskiej w centrum miast towarzyszy pogorszenie środowiskowych i ekonomicznych warunków działania operatorów logistycznych.

Zagadnienia tego rodzaju również powinny znaleźć odzwierciedlenie w zasadach doboru modeli, poprzez wzięcie pod uwagę ich zasięgu przestrzennego i funkcjonalności, odpowiadających charakterowi systemu transportu ładunków w danym mieście. Potwierdza to konieczność uwzględnienia złożoności analitycznej rozwiązań usprawniających podczas wyboru modeli przez samorząd.

Analizowane rozwiązania służące usprawnieniu transportu ładunków charakteryzują się zróżnicowaną złożonością wyrażoną zapotrzebowaniem na dane wejściowe niezbędne do oceny ich rezultatów. Utrudnia to dobór odpowiedniej metody modelowania. Podstawowym wyzwaniem jest analiza logistycznych parametrów przewozów ładunków w obszarach zurbanizowanych. Tabela 3.5 zawiera zestawienie kryteriów możliwych do wykorzystania w tym procesie.

Tabela 3.5

Zbiór kryteriów możliwych do zastosowania w ocenie rozwiązań usprawniających w transporcie ładunków w miastach [149, 150]

Kryteria	Kryteria podstawowe	Kryteria uzupełniające
Parametry logistyczne	– dystans pokonany w czasie rundy dostaw (również w podziale na rodzaje pojazdów oraz normy emisji) – liczba dostaw i odbiorów – liczba zatrzymań – obszar obsługi – rodzaj pojazdów – sposób organizacji dostawy (wykorzystanie obiektów logistycznych) – dostawy wykonane zgodnie z przepisami – udział w ruchu pojazdów towarowych	– godzina realizacji dostaw – czas zatrzymania – czynniki wpływające na terminy realizacji dostaw (np. wymagania klientów) – współczynnik wykorzystania ładowności/objętości pojazdów – prędkość pojazdów
Wskaźniki ekonomiczne	– koszty inwestycyjne – koszty operacyjne – wysokość ewentualnych subsydiów – cena usług – satysfakcja klientów	– klasyfikacja obsługiwanych odbiorców – rodzaj dostarczanych towarów – bezpieczeństwo ładunku – dynamika przychodów
Wskaźniki środowiskowe	– zużycie energii – emisja zanieczyszczeń – udział w dostawach pojazdów niskoemisyjnych	– poziom hałasu
Wskaźniki społeczne	– liczba zatrudnionych – warunki pracy	– czas pracy – bezpieczeństwo pracy – konflikty związane z działalnością logistyczną

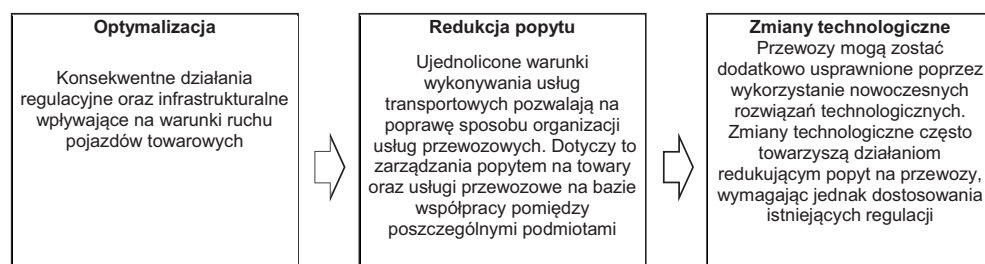
Przedstawione kryteria pozwalają na uwzględnienie charakterystyki organizacyjnej i podmiotowej transportu ładunków, dane natomiast mogą zostać pozyskane za pomocą analizowanych wcześniej metod badawczych. Ułatwia to kategoryzację dostępnych rozwiązań z uwagi na ich wymagania analityczne.

Przykłady działań podejmowanych przez miasta w obszarze transportu ładunków wskazują na duże zróżnicowanie kryteriów stosowanych do oceny poszczególnych działań, nawet tego samego rodzaju [151, 152]. Wynika to najczęściej z wpływu lokalnych czynników determinujących warunki realizacji każdego projektu. Zalicza się do nich cele poszczególnych uczestników, ich siłę wpływu na decydentów, specyfikę danego problemu, dostępne środki oraz zasady polityki miasta. Różnorodność sposobów realizacji celów oraz metod ich oceny utrudnia określenie struktury metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków, która na płaszczyźnie operacyjnej powinna uwzględniać możliwie szeroki zakres dostępnych rozwiązań usprawniających.

Sposobem funkcjonalnej integracji przeprowadzonej analizy tych rozwiązań oraz celów zrównoważonego zarządzania transportem ładunków jest wyodrębnienie trzech kategorii rozwiązań, wyrażających strategiczne cele miasta w tym obszarze. Pozwoli to na dokładne określenie ich wymagań analitycznych, również z uwzględnieniem powiązań pomiędzy poszczególnymi kategoriami. Trzy główne kategorie celów oddziaływania na transport ładunków w miastach wymieniono i scharakteryzowano poniżej [134].

1. Optymalizacja, dotycząca ruchu pojazdów towarowych oraz popytu na infrastrukturę transportową. Jej podstawowym zadaniem jest ograniczenie negatywnych efektów działalności transportowej poprzez bezpośrednie odniesienie się do podstawowego źródła ich powstania, jakim jest fizyczna obecność pojazdów towarowych. W tej dziedzinie samorządy lokalne mają stosunkowo duży zakres kompetencji, związanych głównie z działaniami regulacyjnymi.
2. Redukcja popytu na usługi transportowe, na którego wielkość i strukturę wpływa wiele czynników. Zalicza się do nich strukturę przestrzenną miasta warunkującą rozmieszczenie odbiorców oraz źródeł zaopatrzenia, układ sieci transportowej, organizację łańcuchów dostaw czy charakterystykę odbiorców wpływającą na udział dostaw własnym transportem. Odniesienie się do tego problemu wymaga bardziej złożonych działań, opartych na znajomości relacji pomiędzy uczestnikami procesów transportu ładunków.
3. Zmiany technologiczne, polegające na wykorzystaniu nowoczesnych technologii transportowych, np. pojazdów niskoemisyjnych. Rozwiązania tego rodzaju charakteryzują się wysokim stopniem złożoności organizacyjnej i technicznej, dodatkowo często wykraczają poza zakres kompetencji samorządu lokalnego, wymagając działań systemowych zarezerwowanych dla szczebla centralnego.

Związek pomiędzy poszczególnymi celami przedstawiono na rys. 3.5.



Rys. 3.5. Współzależności pomiędzy celami oddziaływania na transport ładunków

Na podstawie wyodrębnionych celów opracowano klasyfikację rozwiązań usprawniających, przedstawioną w tabeli 3.6.

Tabela 3.6

Cele i odpowiadające im narzędzia oddziaływania na transport ładunków w obszarach zurbanizowanych [134]

Obszar realizacji	Optymalizacja	Redukcja popytu	Zmiany technologiczne
Infrastruktura	– wyznaczone miejsca dostaw – ograniczenie liczby miejsc postojowych w celu usprawnienia ruchu pojazdów towarowych – wykorzystanie postojów taksówek, buspasów itp. – miejsca dostaw w obrębie budynków komercyjnych – parkingi buforowe dla pojazdów towarowych (w tym obsługujących place budów) – minimagazyny, paczkomaty	– miejskie centra konsolidacyjne/terminale miejskie – centra konsolidacyjne na potrzeby obsługi placów budów	– wykorzystanie istniejących terminali intermodalnych do obsługi dostaw w obszarach zurbanizowanych
Planowanie i regulacje	– regulacje dostępu w zależności od wybranego parametru pojazdu – okna czasowe – zasady dostępu do stref pieszych – zasady realizacji dostaw na jezdni – zamknięcie centrum dla pojazdów prywatnych – opłaty wjazdowe – rotacja w miejscach dostaw – dostawy nocne i regulacje czasu jazdy pojazdów towarowych w godzinach nocnych – harmonizacja regulacji – klasyfikacja dostawców – klasyfikacja obszarów dostaw – klasyfikacja sieci ulicznej – oznaczenie sieci ulicznej	– schematy konsolidacji dostaw dla odbiorców i przewoźników – lokalizacja obiektów generujących duże zapotrzebowanie na usługi transportowe w obszarach o dobrej dostępności transportowej – zabezpieczenie obszarów o dobrej dostępności transportowej na potrzeby działalności logistycznej – strefowanie działalności w celu ograniczenia jej rozproszenia – DSP (<i>delivery servicing plans</i>) – plany dostaw dla odbiorców	– strefy niskiej emisji
Inteligentne systemy transportu	– kontrola dostępu – monitoring miejsc dostaw – automatyczne systemy poboru opłat – ważenie w ruchu i preselekcja wagowa – systemy zarządzania ruchem	– konsolidacja zamówień i harmonogramowanie dostaw i odbiorów	
Wyposażenie techniczne	– zdalna rezerwacja miejsc dostaw – systemy nawigacji i zarządzania flotą	– wykorzystanie kursów powrotnych do odbioru opakowań zwrotnych	– pojazdy elektryczne i hybrydowe – pojazdy zasilane gazem ziemnym – rowery towarowe

Klasyfikacja ta ma ułatwić określenie współzależności między poszczególnymi rozwiązaniami oraz ocenę ich wymagań w zakresie zapotrzebowania na dane. Wymagania analityczne poszczególnych rozwiązań można scharakteryzować, oceniając:

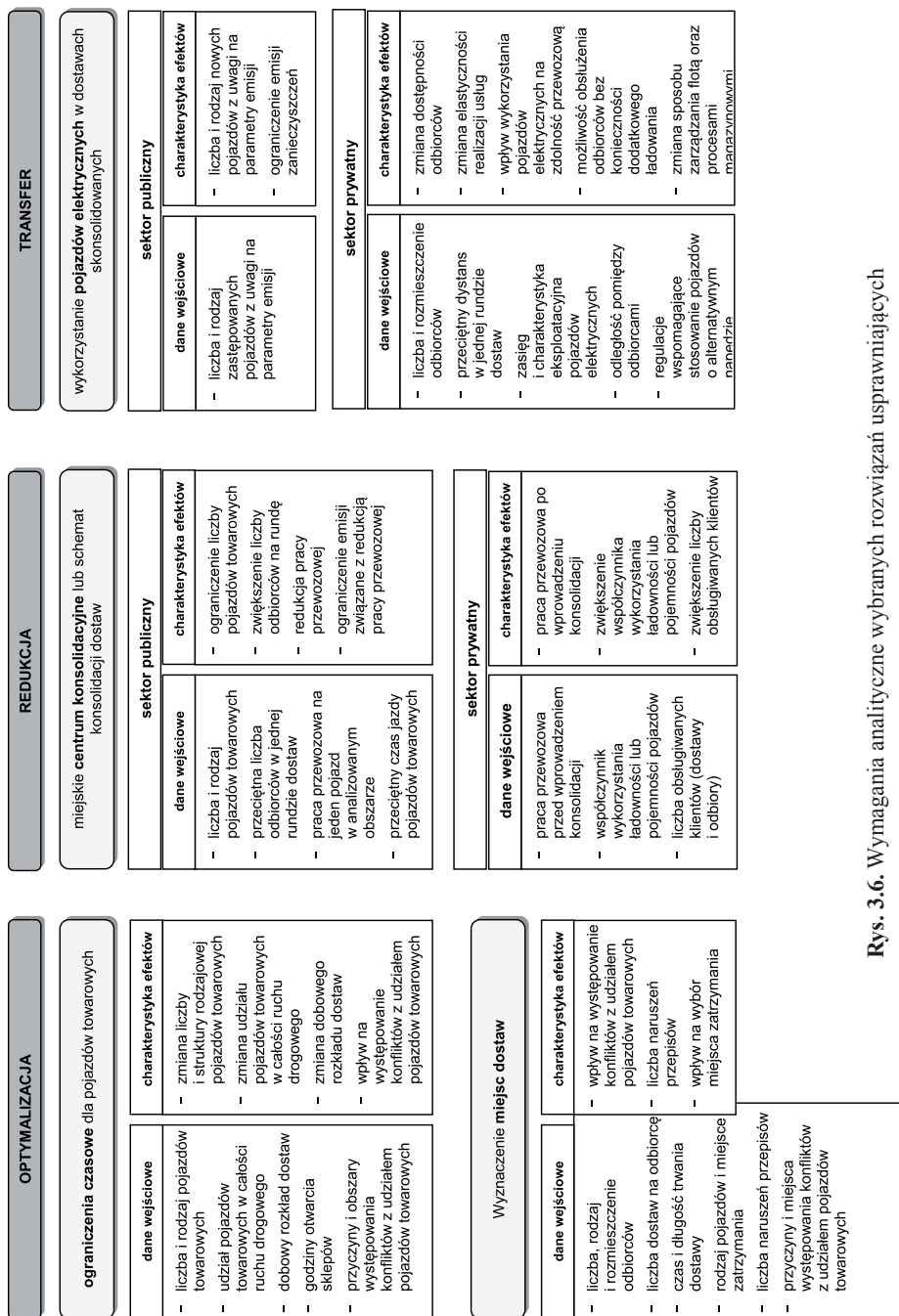
- dane wejściowe niezbędne do analizy efektywności wybranego rozwiązania;
- sposób oceny oczekiwanych efektów;
- podstawowe źródło (posiadacza) danych.

Na wstępie przedstawiono zależność pomiędzy rozwiązaniami samodzielnymi i złożonymi w transporcie ładunków w miastach. Przyjęto założenie, że rozwiązania złożone powinny być z reguły poprzedzone realizacją rozwiązań samodzielnych, tworzących warunki do uzyskania dalszych efektów synergicznych. Wynikają one z poprawy możliwości realizacji celów zarządzania transportem ładunków, jednak kosztem stopniowego wzrostu wymagań analitycznych dotyczących podejmowanych działań. W odniesieniu do wyboru modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny oznacza to konieczność zarówno wyprzedzającego określenia zasad zaangażowania w kształtowanie systemu transportu ładunków, jak i dokładnego rozpoznania związanych z nimi wymagań realizacyjnych. Wobec tego można przyjąć, że w przypadku większości miast pozbawionych doświadczeń w zarządzaniu transportem ładunków proces decyzyjny dotyczący wyboru modelu transportu ładunków powinien mieć charakter wieloetapowej analizy weryfikującej gotowość miasta do wprowadzenia takiego narzędzia.

Strukturę wymagań analitycznych rozwiązań usprawniających przedstawiono na przykładzie trzech powiązanych ze sobą działań: ograniczeń czasowych dla pojazdów towarowych, towarzyszącego temu wyznaczenia miejsc dostaw oraz możliwego późniejszego wprowadzenia schematu konsolidacji dostaw, rozbudowanego następnie o wykorzystanie pojazdów elektrycznych (rys. 3.6).

Przyjęta kolejność działań wynika z analizy dostępnych doświadczeń miast europejskich. Dwa pierwsze, zaliczane do grupy optymalizacyjnych, są stosowane najczęściej. Stanowią one rozwiązania samodzielne, często poprzedzające kolejne, bardziej złożone przykłady działalności samorządów lokalnych, do których zalicza się konsolidację służącą redukcji popytu na przewozy oraz wykorzystanie pojazdów niskoemisyjnych. Realizacja wymienionych działań jest w dalszym ciągu rzadkością. Analizując wybrane przykłady rozwiązań usprawniających, skoncentrowano się na ich parametrach o charakterze logistycznym, czyli związanych z techniczno-organizacyjną charakterystyką procesu przemieszczania towarów. Pominięto natomiast zagadnienia efektywności ekonomicznej, wykraczają one bowiem poza zakres analizy, obejmując zbyt wiele specyficznych czynników.

Pominięcie analizy wymagań analitycznych poprzedzającej wybór konkretnych rozwiązań usprawniających może doprowadzić do wystąpienia problemów w dwóch obszarach. Po pierwsze, podmiot odpowiedzialny za ich wdrożenie zostanie pozbawiony możliwości kompleksowej oceny *ex ante* rezultatów planowanych działań [153]. Wiele samorządów lokalnych, decydując się na podejmowanie czynności dotyczących transportu ładunków, działało bez dostępu do odpowiednich danych [111]. Podjęte w ten sposób decyzje mogą nie uwzględniać wszystkich aspektów związanych z wdrożeniem wybranego rozwiązania, uwarunkowanych oddziaływaniem poszczególnych uczestników procesu transportu ładunków. Drugim problemem jest trudność w określeniu wpływu planowanych działań w skali całego miejskiego systemu transportowego. Wynika z tego wniosek, że określając wymagania dla modelu transportu ładunków stosowanego przez samorząd lokalny, należy uwzględnić zarówno czynniki wewnętrzne, jak i zewnętrzne, związane z funkcjonowaniem systemu transportu ładunków, które będą warunkować zasady przyszłego wykorzystania modelu.



Rys. 3.6. Wymagania analityczne wybranych rozwiązań usprawniających

W przypadku rozwiązań służących optymalizacji ruchu pojazdów towarowych wskazano dane niezbędne z punktu widzenia lokalnego samorządu, który jest odpowiedzialny za ich wdrożenie. W ograniczonym zakresie można je pozyskać bez zaangażowania sektora prywatnego (np. ankiet wśród odbiorców i przewoźników), co może ułatwić przeprowadzenie badań, jednak znacznie ogranicza możliwość kompleksowego odwzorowania struktury procesu transportu ładunków. Informacje o liczbie zatrzymań pojazdu towarowego, długości trasy i miejscu jej rozpoczęcia można pozyskać jedynie od przewoźników.

Dwa wybrane rozwiązania optymalizacyjne uzupełniają się na płaszczyźnie analitycznej. Wprowadzenie ograniczeń czasowych dla pojazdów towarowych może zostać oparte na ilościowej i rodzajowej analizie struktury ruchu pojazdów realizujących dostawy, dobowym rozkładzie dostaw oraz przyczynach występowania konfliktów z innymi użytkownikami przestrzeni miejskiej, np. pieszymi. Natomiast kompleksowa analiza poprzedzająca wyznaczenie miejsc dostaw uwzględnia pozyskanie dokładniejszych danych, charakteryzujących odbiorców pod względem liczby dostaw, czasu ich trwania oraz miejsca i sposobu realizacji. Łącząc oba źródła danych, można opracować stosunkowo dokładną charakterystykę ilościową, rodzajową oraz czasową aktywności pojazdów towarowych w analizowanym obszarze. Nie będzie jednak możliwe kompleksowe odwzorowanie struktury przemieszczeń pojazdów towarowych, uwzględniające miejsca rozpoczęcia podróży oraz liczbę zatrzymań u odbiorców. Jednak zgromadzenie danych charakterystycznych dla rozwiązań optymalizacyjnych jest ważnym krokiem do usystematyzowania informacji na temat funkcjonowania transportu ładunków oraz określenia kierunków dalszych badań.

Zawężając obszar badawczy jedynie do rozwiązań optymalizujących ruch pojazdów towarowych, należy rozważyć, w jakim stopniu coraz częściej stosowane wielopoziomowe modele miejskiego systemu transportowego mogą zostać wykorzystane do również do analizy transportu ładunków. Dzięki ich rosnącej funkcjonalności, przejawiającej się możliwością odwzorowania funkcjonowania transportu na wielu poziomach szczegółowości, tego typu rozwiązania mogą stanowić element przejściowy na drodze do wprowadzenia specjalistycznego modelu transportu ładunków. Jest to oczywiście uzależnione od dokonania ich adaptacji do potrzeb badanego zjawiska, w tym zasilenia specyficznymi danymi. Takie rozwiązanie nie zastąpi oczywiście modeli specjalistycznych, jednak w pewnych zastosowaniach może zapewnić samorządowi podstawową możliwość analizy wybranych zagadnień dotyczących transportu ładunków w miastach. Przyjęcie podejścia ewolucyjnego można potraktować również jako sposób na doprecyzowanie oczekiwań miasta w odniesieniu do modelowania transportu ładunków poprzez wskazanie ograniczeń posiadanych rozwiązań analitycznych w tym obszarze.

Dane zgromadzone z myślą o ocenie rozwiązań optymalizujących ruch pojazdów towarowych są jednak niewystarczające wobec wymagań analitycznych działań dotyczących redukcji popytu na transport. Najczęściej zalicza się do nich różnego rodzaju metody konsolidacji pojedynczych dostaw w celu ograniczenia dystansu pokonywanego przez pojazdy towarowe. Jednak dokładna analiza rozwiązań tego rodzaju wymaga symulacji zmian w wielkości pracy przewozowej. Jest ona uzależniona, poza podstawowymi informacjami odnośnie do ilościowej i rodzajowej charakterystyki floty, od posiadanych danych na temat struktury przemieszczeń pojazdów towarowych, dotyczących pokonywanego dystansu i czasu jazdy oraz przeciętnej liczby dostaw i odbiorów przypadających na jedną rundę, jak również udziału dostaw w rundach.

Wymienione informacje są konieczne, aby aktywność pojazdów towarowych, obserwowaną lokalnie w miejscu wykonywania dostawy, wyrazić w postaci kompletnych przemieszczeń, łączących źródło i cel podróży wraz z etapami pośrednimi. Znajomość tych parametrów, w połączeniu z analizą czynników wpływających na popyt na przewozy, umożliwia ocenę wielkości pracy przewozowej w transporcie ładunków na danym obszarze oraz symulację jej zmiany w odpowiedzi na modyfikację wybranych parametrów, np. ograniczenie rozproszonych dostaw bezpośrednich. Pozwala też na rozbudowaną analizę szczegółowych aspektów rozwiązań konsolidacyjnych, takich jak np. redukcja emisji zanieczyszczeń związanych z działalnością transportową. Osiągnięty poziom szczegółowości analizy zapewnia w przyszłości możliwość włączenia do niej zagadnień dotyczących wykorzystania nowoczesnych technologii, takich jak zastosowanie pojazdów niskoemisyjnych.

Zaprezentowane zagadnienia dotyczą problemów będących przedmiotem zainteresowania lokalnego samorządu, związanych z charakterystyką przemieszczeń pojazdów towarowych oraz możliwością ich modelowania. W związku z tym potencjalni użytkownicy modeli powinni przyjąć, że należy się liczyć z koniecznością znacznego rozszerzenia zakresu badań tego zagadnienia w stosunku do bieżącej sytuacji. W przypadku większości miast będzie to w praktyce oznaczało konieczność opracowania założeń takiego systemu od podstaw i konsekwentnego rozbudowywania jego możliwości. W tej sytuacji szczególnego znaczenia nabiera założenie, że definiowanie wymagań dla potencjalnych modeli transportu ładunków powinno uwzględniać wszystkie poziomy, na których przejawia się jego związek z działaniami prowadzonymi przez miasta, czyli formułowaniem celów zarządzania transportem ładunków, charakterystyką analityczną narzędzi ich realizacji oraz zasadami pozyskiwania danych. Wskazuje to również na deficyt badań w tym zakresie, które koncentrują się na wyodrębnionych obszarach problemowych tego zagadnienia, bez zapewnienia niezbędnego podejścia integracyjnego.

Rozdział 4

Analiza zapotrzebowania na metodę wspomagającą wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny

4.1. Czynniki determinujące konieczność stosowania specjalistycznych modeli transportu ładunków w miastach

Przeprowadzona we wcześniejszych rozdziałach analiza funkcjonowania transportu ładunków pozwala na sformułowanie wniosków wskazujących kierunek dalszych badań uwzględniających wymagania samorządu lokalnego w zakresie doboru metod jego modelowania. Pierwszym zagadnieniem jest wyraźna odrębność transportu ładunków w ramach miejskiego systemu transportowego, przejawiająca się heterogeniczną strukturą organizacyjną i podmiotową. Narzuca to stosowanie odpowiednio dobranych metod jego analizy, ograniczając jednocześnie użyteczność dotychczas wykorzystywanych rozwiązań, które nie pozwalają na wystarczająco dokładne odwzorowanie charakterystyki badanych procesów. Wpływa to bezpośrednio na drugie zagadnienie, czyli konieczność rzeczowego wyboru sposobów wpływu na transport ładunków, uwzględniających jego uwarunkowania strukturalne oraz konieczność oceny rezultatów planowanych działań.

Opracowanie metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków należy rozpocząć od zweryfikowania możliwości wykorzystania w jego modelowaniu technik stosowanych w innych rodzajach transportu. Pozwoli to na ocenę zapotrzebowania na takie rozwiązanie, wynikającego z ewentualnych ograniczeń dostępnych metod analitycznych.

W związku z tym analizie zostaną poddane krajowe modele transportu ładunków oraz modele transportu ładunków dla miast oparte bezpośrednio na podejściu czterostopniowym, stosowanym w transporcie pasażerskim. Mogą one być pierwszą alternatywą w przypadku poszukiwania metod analizy transportu ładunków na zasadzie wykorzystania sprawdzonych rozwiązań. Przeprowadzona ocena ma na celu odniesienie funkcjonalności wymienionych modeli do charakterystyki transportu ładunków w miastach i wykazanie wynikających z tego barier w ich stosowaniu. W powiązaniu z wnioskami z wcześniejszych badań umożliwi to sformułowanie wymagań dotyczących metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków przez samorząd miejski.

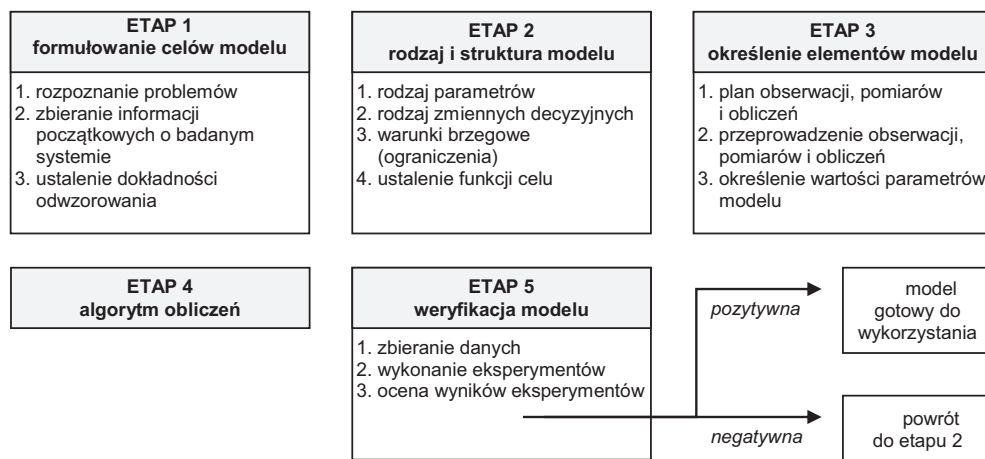
Modele transportu ładunków są niezbędne do poznania zachodzących w nim prawidłowości oraz zapewnienia zarządzającym narzędzi wspierających procesy decyzyjne, zwłaszcza w perspektywie długofalowej. Prowadzenie badań systemu transportowego, każdorazowo poprzedzających zmiany w jego obszarze, nie jest racjonalne pod względem ekonomicznym ani organizacyjnym, dlatego należy poszukiwać możliwości jego wiarygodnego odwzorowania w celu przeprowadzenia niezbędnych symulacji. Model jest więc odwzorowaniem rzeczywistości lub jej fragmentu. Stanowi ilościową i jakościową reprezentację badanego systemu na innej bazie materialnej, ujmując te cechy systemu, które są istotne z punktu widzenia prowadzonych badań. Oznacza to, że model traktuje się jako uproszczoną – umyślnie i celowo – reprezentację rzeczywistości, tj. jej podstawowych cech, istotnych ze względu na zamierzony cel badań [154]. Umiejętność określenia zakresu stosowanych uproszczeń z jednej strony decyduje o użyteczności modelu, z drugiej zaś wskazuje na stopień zrozumienia mechanizmów kształtujących analizowane procesy. Natomiast

modelowanie oznacza działanie polegające na odwzorowaniu rzeczywistego systemu w postaci możliwego do przyjęcia zamiennika i późniejszym eksperymentowaniu z nim [155]. W przypadku transportu ładunków zakres, w którym zamiennik w postaci modelu będzie spełniał wymagania użytkowników, jest uzależniony – jak już wykazano – od umiejętności zdefiniowania celów oddziaływania na ten system oraz określenia preferowanych narzędzi ich realizacji.

W przypadku modelowania transportu ładunków w miastach jako wewnętrznie złożonego podsystemu miejskiego systemu transportowego, pozostającego dodatkowo w ściślejszej relacji z pozostałymi systemami (np. przestrzennym czy ekonomicznym), szczególnego znaczenia nabiera zapewnienie optymalnego poziomu szczegółowości modelu. Do podstawowych celów modelowania o charakterze poznawczym można zaliczyć [154]:

- identyfikację systemu;
- określenie związków między wielkościami występującymi w badanym systemie;
- określenie przebiegu zmienności tych wielkości, które mogą być celem badań.

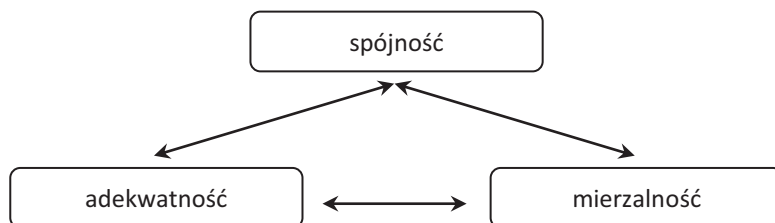
Biorąc pod uwagę mniejszy niż w przypadku innych rodzajów transportu zakres badań nad transportem ładunków w miastach oraz ich niewystarczające powiązanie z wymaganiami samorządów miejskich, wymienione cele poznawcze nabierają szczególnego znaczenia. Dotyczy to zarówno określenia związków między wielkościami systemu, np. wpływu sposobu organizacji zaopatrzenia (transport własny lub transport dystrybutora) na częstotliwość dostaw, jak i potencjalnej zmienności analizowanych parametrów. Wobec tego budowa modelu wymaga szczegółowej wiedzy o jego docelowym zastosowaniu oraz charakterystycznych właściwościach modelowanego systemu. Procedurę budowy modelu transportu ładunków przedstawiono na rys. 4.1.



Rys. 4.1. Procedura konstruowania modelu transportu ładunków [156]

Do weryfikacji możliwości wykorzystania modelu zostaną wykorzystane przede wszystkim dwa pierwsze etapy opisanej procedury. Pozwalają one na ocenę, w jakim stopniu zastosowana metodyka, obszar problemowy, zakres wykorzystanych danych oraz dokładność odwzorowania są zbieżne z charakterystyką transportu ładunków w miastach, przedstawioną we wcześniejszej części pracy.

Kompletność prowadzonej analizy wymaga weryfikacji możliwości operacyjnego wykorzystania badanych modeli. Model można uznać za operacyjny, jeżeli umożliwia osiągnięcie celu, dla którego powstał. W przypadku modeli transportowych ich ogólnym celem jest symulowanie ruchu pojazdów w sieci transportowej w odniesieniu do przyjętych założeń [157]. Może to być na przykład symulacja lądowego transportu ładunków oraz jego struktury rodzajowej zgodnie z różnymi wariantami krajowej polityki transportowej. Celem może być również symulacja ruchu pojazdów o zasięgu międzyregionalnym w odniesieniu do scenariuszy rozwoju społecznego i gospodarczego, niezbędna dla wskazania najbardziej obciążonych odcinków krajowej sieci drogowej. Podstawą oceny możliwości operacyjnego wykorzystania modeli transportowych jest uwzględnienie czynników przedstawionych na rys. 4.2 [157].



Rys. 4.2. Czynniki determinujące możliwość operacyjnego zastosowania modeli transportowych

Spójność modelu oznacza nie tylko brak wewnętrznej sprzeczności pomiędzy przyjętymi w nim rozwiązaniami, ale przede wszystkim zachowanie logicznego związku z celami jego zastosowania, wynikającymi z oczekiwań użytkowników [81]. W odniesieniu do przytoczonego wcześniej przykładu modelu dotyczącego podziału zadań przewozowych w lądowym transporcie ładunków wymóg spójności oznacza konieczność ilościowego wyrażenia wpływu scenariuszy rozwoju systemu transportowego na liczbę ładunków przewożonych przez poszczególne rodzaje transportu.

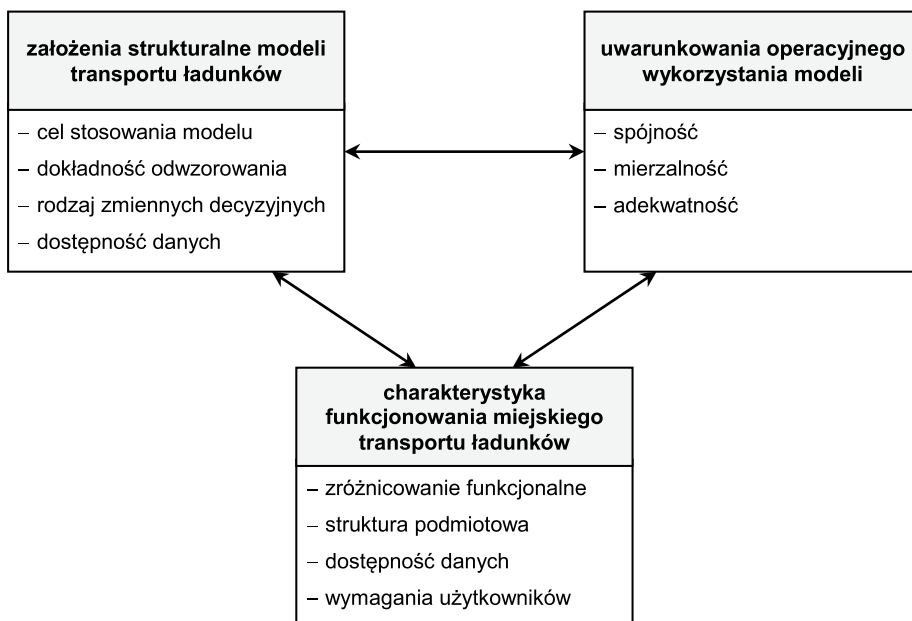
Wymóg mierzalności modelu transportowego ma związek z dostępnością danych niezbędnych do opisu jego parametrów. Nie tylko zapewnia to możliwość oceny wyników modelowania, ale również warunkuje ich późniejszą weryfikację. Postulat adekwatności oznacza z kolei możliwość odzwierciedlenia stanu badanego systemu zgodnie z zakresem docelowego wykorzystania modelu.

Trzy wymienione czynniki łącznie determinują możliwość operacyjnego wykorzystania modeli transportu ładunków. Ich współwystępowanie oznacza, że model spełnia teoretyczne wymagania przyjęte na etapie jego formułowania (jest spójny), we właściwy sposób odzwierciedla stan modelowanego systemu (jest adekwatny) oraz umożliwia kontrolowanie jego podstawowych parametrów (jest mierzalny).

Spełnienie tych wymagań zapewnia operacyjność modelu, należy jednak wziąć pod uwagę również dodatkowe czynniki. Jeżeli podjęta zostanie próba poprawy wyników w jednej z trzech kategorii, może to nastąpić kosztem pozostałych [157]. Założenie to jest ważne podczas weryfikacji możliwości wykorzystania istniejących modeli transportu ładunków o zasięgu krajowym na potrzeby samorządów lokalnych. Poprawa adekwatności takiego modelu poprzez dokładniejsze odwzorowanie czynników wpływających na strukturę przebiegu pojazdów towarowych, np. struktury popytu na przewozy, czasu trwania, sposobu organizacji itp., może stać w sprzeczności z zastosowanymi statystycznymi metodami

analizy danych w modelu oraz sposobami ich pozyskiwania. Może to również wpływać niekorzystnie na spójność modelu bazowego, rosnący poziom szczegółowości w wybranej kategorii może bowiem nie znaleźć odzwierciedlenia w powiązanych z nią obszarach, utrudniając interpretację wyników.

Po uwzględnieniu przedstawionych założeń weryfikacja metodyki krajowych modeli transportu ładunków oraz modeli opartych na podejściu czterostopniowym zostanie przeprowadzona z wykorzystaniem metody łączącej elementy teorii budowy modeli transportowych oraz analizy czynników determinujących możliwość ich operacyjnego wykorzystania. Jej strukturę przedstawia rys. 4.3.



Rys. 4.3. Struktura metody wykorzystanej do weryfikacji objętych analizą modeli transportu ładunków

Przedmiotem analizy będą te założenia modeli krajowych, które wpływają na możliwość ich wykorzystania na poziomie lokalnym. Nie przeprowadzono natomiast szczegółowej klasyfikacji modeli tego rodzaju, koncentrując się na identyfikacji ich podstawowych elementów strukturalnych. Zostaną one wykorzystane w zestawieniu z wynikami badań nad organizacyjnym i podmiotowym zróżnicowaniem transportu ładunków.

Większość krajowych modeli transportu ładunków wykorzystuje klasyczne podejście czterostopniowe, opracowane dla transportu pasażerskiego [158]. Zaliczają się do nich włoski krajowy model transportu ładunków [159], holenderski model SMILE+ [160, 161], niemiecki model BVWP [162], modele szwedzki i norweski [163] oraz francuski MODEV [164]. Jednak na każdym z etapów tworzenia tych modeli występowały różnice w stosunku do modelowania przewozów pasażerskich. Dotyczyły one większej liczby podmiotów wpływających na strukturę przewozów ładunków (nadawcy, przewoźnicy, operatorzy logistyczni, odbiorcy), zróżnicowania rodzajów ładunków i sposobów organizacji przewozów (od ładunków masowych po przewozy drobnicowe) oraz ograniczonego dostępu do

rozproszonych danych będących w posiadaniu różnych podmiotów. Zastosowanie podejścia czterostopniowego w modelowaniu transportu ładunków obejmuje etapy wymienione i scharakteryzowane poniżej [165].

1. Generacja i atrakcja – identyfikowanie masy towarów wywożonej z poszczególnych rejonów i dostarczanej do nich. Na pośrednich etapach tworzenia modeli atrakcji i generacji dodatkową zmienną może być wartość wymiany handlowej w jednostkach pieniężnych. Stosowane są również metody pozwalające na wyrażenie masy towarów w jednostkach pieniężnych. W tym celu wykorzystuje się współczynniki wartość/masa towaru dla poszczególnych grup towarowych.
2. Dystrybucja – określanie przepływów towarów pomiędzy rejonami źródłowymi i docelowymi. Tworzone są macierze źródło–cel, wyrażone w tonach towarów.
3. Podział zadań przewozowych – przypisanie zadań przewozowych do poszczególnych rodzajów transportu (drogowy, kolejowy, intermodalny, wodny śródlądowy).
4. Rozkład ruchu na sieć – wyrażenie przepływów towarów wyrażonych w tonach w postaci odpowiedniej liczby środków transportu o określonej ładowności, co pozwala przypisać je do określonych odcinków sieci transportowej.

Analiza struktury krajowych modeli transportu ładunków wskazuje kilka obszarów, które w zakresie dokładności odwzorowania oraz wyboru zmiennych różnią się od charakterystyki transportu ładunków w miastach. Przede wszystkim modele krajowe opierają się na identyfikacji masy towarów przemieszczanej pomiędzy poszczególnymi rejonami oraz wartości pieniężnej tych przemieszczeń. W przypadku transportu ładunków w miastach masa towaru nie jest oczywistym wyborem, o strukturze przemieszczeń pojazdów towarowych decydują bowiem zachowania odbiorców, kształtujące popyt na przewozy wyrażony liczbą dostaw. Mniej istotnym kryterium jest w tym przypadku dążenie do optymalnego wykorzystania ładowności pojazdów, które mogłoby ułatwić stosowanie wiarygodnych współczynników konwersji masy towarów na liczbę pojazdów towarowych. Podstawowe znaczenie mają regularność i niezawodność dostaw, nie zaś optymalizacja wykorzystania środków transportu.

Problem ze zmiennymi stosowanymi w modelach krajowych już w początkowej fazie oceny wskazuje na rozbieżność z uwarunkowaniami operacyjności modeli transportu ładunków. Dotyczy to przede wszystkim wymogu spójności i adekwatności. Modele krajowe oparte są na zagregowanym podejściu polegającym na matematycznym opisie relacji pomiędzy popytem na towary w podziale na sektory gospodarki i grupy towarowe oraz parametrami społeczno-ekonomicznymi poszczególnych rejonów. Modele tego typu prognozują zagregowaną wielkość i strukturę popytu na towary w oderwaniu od decyzji podejmowanych przez uczestników procesów transportowych (np. dotyczących czynników wpływających na wielkość przewożonych partii towaru lub wybór trasy) [29].

Natomiast samorządy lokalne powinny dążyć do uwzględnienia związku pomiędzy celami zarządzania transportem ładunków w miastach a specyfiką dostępnych narzędzi do ich realizacji. Jak wskazano we wcześniejszej części analizy, te ostatnie w większości opierają się na oddziaływaniu na zachowania zaangażowanych podmiotów. Wobec tego uproszczona metodyka modeli krajowych nie pozwala na uwzględnienie parametrów będących przedmiotem zainteresowania samorządów. Co więcej, modele krajowe wykorzystują do generowania wielkości zapotrzebowania na towary zagregowane dane charakteryzujące procesy ekonomiczne (np. wartość produktu krajowego brutto), podczas gdy na poziomie modeli miejskich punkt odniesienia stanowi struktura przemieszczeń pojazdów

towarowych. Jest to łatwo obserwowalny parametr związany z większością aspektów funkcjonowania miejskiego systemu transportowego. Aby można było go wykorzystać, należy jednak zapewnić możliwie szczegółowe odwzorowanie czynników opisujących związek wielkości przewozów ładunków z aktywnością poszczególnych podmiotów gospodarczych. Wobec tego podejście zagregowane wyklucza nie tylko operacyjną spójność modeli, ale również ich mierzalność ze względu na wymagania użytkowników. Ocenę dokładności odwzorowania oraz zmiennych stosowanych w krajowych modelach transportu ładunków można podsumować następująco:

1. Podstawowymi różnicami pomiędzy modelowaniem transportu ładunków na poziomie krajowym oraz modelowaniem transportu pasażerskiego są zróżnicowanie podmiotów wpływających na strukturę procesów transportowych, różnorodność rodzajów przewożonych towarów oraz ograniczona dostępność do danych, zwłaszcza zdezagregowanych, będących w posiadaniu sektora prywatnego. W większości modeli stosowane są założenia upraszczające, dotyczące dwóch pierwszych zagadnień w celu wykorzystania danych zagregowanych.
2. Na płaszczyźnie krajowej modele transportu ładunków opierają się na analizie procesów ekonomicznych, takich jak produkcja, konsumpcja i wielkość wymiany handlowej. W odniesieniu do poziomu miejskiego nie zapewnia to odpowiedniej szczegółowości, wyrażającej się możliwością uwzględnienia podstawowych parametrów systemu transportu ładunków.
3. Mimo wykorzystania podejścia czterostopniowego konieczne jest stosowanie dodatkowych rozwiązań, pozwalających na odwzorowanie wielkości wymiany handlowej wyrażonej w jednostkach pieniężnych w postaci liczby pojazdów towarowych przy zastosowaniu odpowiednio dobranych współczynników konwersji. Stosowane są stałe współczynniki, jednak możliwe jest również uwzględnienie charakterystyki procesów logistycznych wpływających na strukturę przemieszczeń towarów. Stosowanie współczynników konwersji w przypadku transportu ładunków w miastach prowadzi do nadmiernego uproszczenia badanego problemu, nie pozwalając na uwzględnienie wpływu uczestników procesów transportowych.

Pogłębiona ocena krajowych modeli transportu ładunków zgodnie z przyjętymi założeniami wymaga również przeprowadzenia analizy rozwiązań stosowanych w poszczególnych fazach podejścia czterostopniowego. Pozwoli to na weryfikację ich metodyki z punktu widzenia możliwości ewentualnej adaptacji do wymagań samorządów miejskich. W analizie pominięto etapy podziału zadań przewozowych oraz rozkładu ruchu na sieć w ujęciu międzygałęziowym, nie znajdują one bowiem zastosowania w modelowaniu transportu ładunków. Decydujące znaczenie mają dwie pierwsze fazy, czyli generacja oraz dystrybucja, ponieważ określają one wyjściowy zakres danych stosowanych w modelach oraz zasady ich dalszej analizy. Metody stosowane w modelowaniu generacji i atrakcji masy przewożonych ładunków przedstawia tabela 4.1.

Wymienione metody zapewniają bardzo zróżnicowany poziom użyteczności w zakresie możliwości wyrażenia podstawowej zmiennej, jaką jest masa towarów generowana i absorbowana w każdym z rejonów. Nawet na poziomie zagregowanych danych występują problemy z uwzględnieniem wpływu czynników determinujących wielkość przewozów ładunków. Wskazuje to, że analizowane metody nie mogą zostać zaadaptowane na potrzeby modelowania transportu ładunków w miastach. Nie spełniają one żadnego z wymienionych wymagań operacyjności modeli transportowych, zwłaszcza adekwatności i spójności.

Tabela 4.1

Metody stosowane w fazie generacji i atrakcji masy towarów w krajowych modelach transportu ładunków

Metoda	Zalety	Wady
szeregi czasowe – ekstrapolacja trendów historycznych	– niewielkie wymagania dotyczące dostępności danych	– ograniczone możliwości uwzględnienia wpływu czynników determinujących wielkość przewozów ładunków
współczynniki generacji liczby podróży pojazdów ciężarowych dla poszczególnych kategorii wyodrębnionych rejonów	– niewielkie wymagania dotyczące danych, pochodzących ze standardowych badań ruchu oraz statystycznej klasyfikacji analizowanych rejonów	– ograniczone możliwości uwzględnienia wpływu czynników determinujących wielkość przewozów ładunków – trudność w uwzględnieniu wpływu scenariuszy polityki transportowej
modele makroekonomiczne (wejścia–wyjścia), uwzględniające wielkość wymiany pomiędzy poszczególnymi rodzajami działalności gospodarczej	– uwzględnienie wpływu systemu ekonomicznego na wielkość przewozów – możliwość uwzględnienia wpływu zagospodarowania przestrzennego na wielkość przewozów	– niezbędność złożonych macierzy wejścia–wyjścia w skali całego kraju – konieczność stosowania współczynników konwersji pomiędzy wartościami pieniężnymi a liczbą ton przewiezionych towarów

Metody stosowane na etapie dystrybucji masy towarów pomiędzy rejonami źródłowymi i docelowymi przedstawia tabela 4.2.

Tabela 4.2

Metody stosowane na etapie dystrybucji pomiędzy rejonami źródłowymi i docelowymi

Metoda	Zalety	Wady
modele grawitacyjne	– ograniczone zapotrzebowanie na dane – możliwość uwzględnienia efektów polityki transportowej za pomocą funkcji kosztów transportu	– niewielki zakres integracji czynników wpływających na wielkość przewozów ładunków oraz związanych z wpływem polityki transportowej – mała liczba parametrów kalibracyjnych
modele wejścia–wyjścia	– uwzględnienie wpływu systemu ekonomicznego na wielkość przewozów – możliwość uwzględnienia wpływu zagospodarowania przestrzennego na wielkość przewozów	– niezbędność złożonych macierzy wejścia–wyjścia w skali całego kraju – konieczność stosowania współczynników konwersji pomiędzy wartościami pieniężnymi a liczbą ton przewiezionych towarów

Rozwiązania stosowane na etapie dystrybucji wykazują ograniczenia bardzo podobne do wskazanych w fazie generacji. Dotyczy to szczególnie modeli makroekonomicznych, ponieważ wykorzystywane w nich macierze wejścia–wyjścia są najczęściej źródłem danych wykorzystywanym w obu etapach. Ponieważ zarówno faza dystrybucji, jak i faza generacji opierają się na danych zagregowanych, wspólne są dla nich zastrzeżenia dotyczące możliwości ich operacyjnego wykorzystania na poziomie miasta.

Ważnym elementem służącym weryfikacji możliwości wykorzystania metodyki krajowych modeli transportu ładunków na poziomie lokalnym jest ocena ich zapotrzebowania na dane wraz z możliwością ich pozyskania. Dysponując rozbudowaną wiedzą na temat tego zagadnienia, przedstawioną we wcześniejszej części pracy, można będzie wskazać różnice w tym obszarze pomiędzy modelowaniem transportu na poziomie krajowym i miejskim.

Podczas tworzenia modeli krajowych występuje konieczność uwzględnienia wielu ograniczeń w zakresie dostępności danych. Stają się one jeszcze bardziej widoczne w przypadku próby wykorzystania ich w modelach transportu ładunków dla miast. Idealnym punktem wyjścia do opracowania modelu krajowego byłaby kompletna baza danych obejmująca przepływy towarów pomiędzy miejscami produkcji i konsumpcji, uzupełniona o informacje dotyczące sposobu organizacji przewozu (rodzaj pojazdu, liczba punktów pośrednich). Jednak w praktyce takie dane nie są dostępne w żadnym państwie [166]. Jedyne niektóre spośród nich (np. USA i Szwecja) prowadzą badania przepływu towarów (*commodity flow surveys*), które umożliwiają określenie logistycznej struktury przemieszczeń towarów zgodnie z ich ustaloną klasyfikacją [167]. Podobne badanie przeprowadzono w Korei Południowej [168]. Typowy zakres danych niezbędnych do opracowania krajowego modelu transportu ładunków obejmuje [166]:

- matryce źródło–cel dla roku bazowego, wyrażone w tonach dla każdego rodzaju transportu;
- dane o produkcie krajowym brutto, wartości dodanej lub zatrudnieniu w podziale na rejony;
- dystans i czas przewozu w relacji źródło–cel dla poszczególnych rodzajów transportu;
- funkcje kosztu transportu (koszt przemieszczania, koszt operacji terminalowych, inne koszty).

Często stosowaną metodą gromadzenia danych są badania prowadzone na próbie pojazdów ciężarowych, obejmujące identyfikację źródła i celu podróży oraz rodzaju i masy przewożonego towaru. Jednak bez powiązania tych danych z klasyfikacją rejonu źródłowego i docelowego nie jest możliwe przekształcenie tych informacji w relację pomiędzy produkcją i konsumpcją w tych rejonach.

Ocena metodycznych uwarunkowań stosowania modeli transportu ładunków o zasięgu krajowym wskazuje, że nie mogą one zostać bezpośrednio wykorzystane w miastach. Podstawowym problemem są nie tyle ograniczenia wynikające z zaadaptowanego z transportu pasażerskiego podejścia czterostopniowego, co możliwość jego wykorzystania przy zastosowaniu dostępnych danych.

Modele krajowe są używane do analizy zapotrzebowania na infrastrukturę transportową podstawowego znaczenia i prognozowania potrzeb inwestycyjnych, najczęściej w perspektywie wieloletniej. Tymczasem samorządy lokalne, oddziałując na transport ładunków, poszukują w większym stopniu możliwości uwzględnienia zachowań uczestników procesów transportu ładunków, co wynika z charakterystyki dostępnych narzędzi usprawniających. Mniejsze znaczenie mają w tym przypadku parametry ekonomiczne gospodarki miasta, istotne stają się natomiast oddolne czynniki kształtujące strukturę procesów transportowych.

Wobec tego generowanie masy towarów na podstawie wielkości wymiany handlowej pomiędzy poszczególnymi rejonami objętymi analizą nie odpowiada wymaganiom użytkowników modeli transportu ładunków w miastach ani praktycznym możliwościom

pozyskania takich danych. Jest to sprzeczne z wymaganiami spójności i adekwatności modeli, które mają zapewnić możliwość ich operacyjnego wykorzystania.

Co więcej, dane wykorzystywane w modelach krajowych nie zapewniają mierzalności parametrów, którymi może być zainteresowany samorząd. Nie uwzględniają one bowiem zróżnicowania rodzajowego wykorzystywanych pojazdów towarowych oraz wpływu sposobu organizacji transportu zaopatrzeniowego w poszczególnych kategoriach odbiorców na wielkość pracy przewozowej.

Przedstawione wnioski znajdują potwierdzenie w dostępnych wynikach badań metodyki krajowych modeli transportu ładunków. Najczęściej formułowanym wnioskiem jest konieczność ich rozbudowania w kierunku lepszego odwzorowania struktury procesów logistycznych wpływających na wielkość przewozów ładunków [166, 169, 170]. Innym wskazywanym kierunkiem badań jest opracowanie metod funkcjonalnej integracji już stosowanych modeli krajowych z rozwijanymi modelami miejskimi w celu kompleksowego odwzorowania struktury transportu ładunków [29].

Drugą grupę modeli poddanych analizie obok modeli krajowych stanowią miejskie modele transportu ładunków bezpośrednio oparte na podejściu czterostopniowym. Badania nad transportem ładunków w miastach są mniej zaawansowane niż w odniesieniu do transportu pasażerskiego [96]. Dlatego w ich początkowej fazie naturalnym rozwiązaniem wydawało się skorzystanie z dostępnych rozwiązań, analogicznie jak miało to miejsce w przypadku krajowych modeli transportu ładunków. Choć w stosowanej metodyce wprowadzono wiele zmian, nie przesądza to, czy modele miejskie opracowane na podstawie podejścia czterostopniowego w pełni odpowiadają potrzebom samorządu lokalnego.

Pierwsze modele tego rodzaju pojawiły się na początku lat 70. XX wieku i w większości przypadków ograniczały się tylko do etapu generacji. Ich zadaniem było oszacowanie zapotrzebowania na transport ładunków w obszarach aktywności przemysłowej i handlowej w celu określenia kierunków rozwoju infrastruktury transportu drogowego [171, 172]. Modele te następnie rozwijano z uwzględnieniem przewozów związanych z usługami komunalnymi oraz działalnością budowlaną [21, 173]. Z perspektywy badań nad metodami analizy transportu ładunków w miastach należy podkreślić, że podstawowym obszarem zainteresowania użytkowników modeli opartych na podejściu czterostopniowym były jedynie przemieszczenia ładunków, rozumiane analogicznie do prostych przemieszczeń pasażerskich (np. praca–dom) [174]. Odpowiadało to podstawowemu celowi ich stosowania, jakim było określenie liczby przemieszczeń pojazdów towarowych pomiędzy rejonami oraz ich wpływu na strukturę ruchu. W związku z tym stosowano tradycyjne metody gromadzenia danych, takie jak badania kordonowe, wykorzystywane następnie w modelu ekonometrycznym. Przyjęta jednostka obserwacji (masa ładunku) nie zapewniała jednak podstawowych informacji o sposobie organizacji usług transportowych. W stosowanym podejściu czterostopniowym fazę podziału zadań przewozowych zastąpiono wyborem rodzaju pojazdu towarowego, zgodnie z dominacją transportu drogowego w przewozach ładunków w miastach [157].

Zastosowane podejście wymagało znacznego uproszczenia obiektu badań w celu zachowania możliwości operacyjnego wykorzystania opracowanych modeli. Ograniczenie zakresu badań kordonowych, najczęściej tylko do pojazdów ciężarowych, z pominięciem pojazdów dostawczych, pozwalało w szacunkowy sposób uwzględnić przemieszczenia o charakterze przemysłowym, bez uwzględnienia rozproszonej działalności usługowo-detalicznej. Skutkiem bezpośredniej adaptacji metodyki modeli pasażerskich, uwzględniających

najczęściej relacje bezpośrednie, było pominięcie organizacji procesów transportowych (rund dostaw). W związku z tym modele transportu ładunków oparte bezpośrednio na podejściu czterostopniowym nie spełniają wymagań adekwatności i spójności niezbędnych do prawidłowego odwzorowania struktury transportu ładunków w miastach.

Aby przezwyciężyć wymienione ograniczenia, podjęto próby zaadaptowania podejścia czterostopniowego do potrzeb transportu ładunków w miastach. Mimo znacznego zróżnicowania metodycznego opracowanych rozwiązań [175–179] modele tego rodzaju zbudowane są z uwzględnieniem tych samych kolejnych etapów:

- generacja popytu na towary;
- określenie macierzy źródło–cel dla masy towarów;
- tworzenie tras pojazdów towarowych z uwzględnieniem obsługi wielu odbiorców;
- określenie macierzy źródło–cel dla przemieszczeń wieloetapowych;
- rozkład przemieszczeń w sieci drogowej (fakultatywnie).

Powstałe modele w dalszym ciągu wykorzystywały masę ładunków jako jednostkę generacji. Do oszacowania masy ładunków generowanej przez poszczególne rodzaje działalności gospodarczej wykorzystywano modele ekonometryczne. Uzyskane wielkości podlegały dystrybucji pomiędzy poszczególnymi rejonami, w wyniku czego powstawały pierwsze macierze źródło–cel, wyrażone w masie ładunków [175, 176]. Na tej podstawie możliwe było opracowanie rund pojazdów towarowych obejmujących wielu odbiorców. Struktura rund była określana na podstawie wywiadów ankietowych [177], tworzona metodą wyborów dyskretnych [179] lub za pomocą algorytmów optymalizacyjnych [64, 176]. Następnie, na bazie wygenerowanej struktury rund z określonymi miejscami rozpoczęcia oraz zakończenia, tworzone drugą macierz źródło–cel, opisującą przemieszczenia pojazdów towarowych.

Zmiany wprowadzone do oryginalnej metody czterostopniowej pozwoliły na lepsze dostosowanie powstałych modeli do struktury miejskiego transportu ładunków. Dotyczy to zwłaszcza możliwości uwzględnienia wpływu procesów logistycznych na macierze przemieszczeń pojazdów towarowych poprzez generowanie rund z wieloma punktami pośrednimi.

Jednak modele tego rodzaju w dalszym ciągu wykorzystują generację masy towaru jako punkt wyjścia do dalszych obliczeń. Stanowi to pewien rozdźwięk pomiędzy fazami służącymi stworzeniu macierzy źródło–cel dla masy towarów oraz macierzy dla przemieszczeń wieloetapowych. Drugi z wymienionych elementów ma zdecydowany zdezagregowany charakter, pozwalający na dokładne odwzorowanie zachowań poszczególnych uczestników procesów transportowych. Jest jednak on opracowywany na podstawie danych zagregowanych, pozbawionych odpowiedniej szczegółowości. Powoduje to konieczność wprowadzenia dodatkowych przybliżeń, umożliwiających przełożenie masy towaru na liczbę pojazdów towarowych. Również w wyjściowym modelu ekonometrycznym, szacującym wielkość popytu na towary, pojawiają się nieuniknione uogólnienia, które mogą wpływać na wyniki całego modelu. Wykorzystanie masy towaru utrudnia precyzyjne określenie czynników wpływających na liczbę przemieszczeń wykonywanych przez pojazdy towarowe, mimo że modele trafnie wskazują to zagadnienie jako podstawowe dla prawidłowego określenia charakterystyki transportu ładunków w obszarach miejskich.

Przeprowadzona ocena możliwości wykorzystania metod modelowania transportu ładunków opartych na stosowanym w transporcie pasażerskim podejściu czterostopniowym wskazuje, że w niedostatecznym stopniu spełniają one wymagania samorządu lokalnego.

Podstawowym problemem jest niedostateczny poziom szczegółowości odwzorowania struktury procesów transportowych oraz wpływu ich uczestników. Przeprowadzone we wcześniejszej części pracy badanie funkcjonalnej i podmiotowej struktury transportu ładunków dowodzi, że samorząd miejski powinien poszukiwać modeli wspomagających aktywne kształtowanie procesów transportu ładunków poprzez odpowiednio dobrane rozwiązania usprawniające, służące realizacji miejskiej polityki transportowej. W związku z tym wyzwaniem stanowi ocena, czy dostępne są metody wspomagające decydentów w wyborze modeli transportu ładunków odpowiadających ich wymaganiom.

4.2. Ocena możliwości wykorzystania dostępnych metod wspomagania decyzji, stosowanych w odniesieniu do problemów transportowych

Wobec ograniczonej użyteczności modeli opartych na tradycyjnym podejściu czterostopniowym oraz bardzo dużego zróżnicowania funkcjonalnego specjalistycznych modeli transportu ładunków widoczna staje się potrzeba badań nad usystematyzowaniem podejścia do ich wyboru przez samorządy lokalne. Jednak szczegółowa analiza wyników prac badawczych dotyczących wspomagania samorządu lokalnego w podejmowaniu decyzji związanych z kształtowaniem miejskiego systemu transportowego wskazuje, że problem doboru metod modelowania transportu ładunków pozostaje poza ich bezpośrednim obszarem zainteresowania. Badania nad metodami wspomagania decyzji w obszarze transportu w miastach koncentrują się głównie na następujących zagadnieniach:

- metody partycypacyjnego podejmowania decyzji dotyczących transportu ładunków w miastach przy zaangażowaniu sektora prywatnego i publicznego;
- analiza wielokryterialna z uwzględnieniem postulatów poszczególnych grup użytkowników systemu transportowego (MAMCA, *multi actor, multi criteria analysis*);
- metody analizy ekonomicznych i społecznych kosztów i korzyści realizacji działań usprawniających transport ładunków w miastach (CBA, SCBA, *cost-benefit analysis/ social cost-benefit analysis*).

Jeżeli w wymienionych badaniach znajdują się odniesienia do modelowania transportu ładunków, jest ono traktowane jako element uzupełniający główny obszar analiz. Dotyczy to najczęściej wskazania konieczności dalszej oceny wpływu rozpatrywanych wariantów decyzyjnych na miejski system transportowy. Oznacza to również przyjęcie założenia, że posiadane umiejętności w zakresie modelowania transportu ładunków będą odpowiadały strukturze dowolnego problemu decyzyjnego.

Istnieje więc wyraźna luka badawcza dotycząca metod wyboru modeli transportu ładunków przez samorząd lokalny, dążący do aktywnego kształtowania miejskiego systemu transportowego. W określeniu wymagań dla opracowywanej metody będą pomocne wnioski z analizy trzech wymienionych metod wspomagania decyzji w transporcie, wskazują one bowiem zagadnienia, które do tej pory stanowiły przedmiot badań naukowych, pozwalając jednocześnie na zidentyfikowanie elementów wymagających dokładniejszego rozpoznania.

Znając strukturalne uwarunkowania funkcjonowania transportu ładunków, łatwo potwierdzić, że planowanie jego rozwoju jest złożonym procesem decyzyjnym, w którym poszczególni uczestnicy oddziałują na siebie na różnych płaszczyznach, kierując się indywidualnymi wzorcami zachowań [180]. Odnosząc się badań dotyczących partycypacyjnego

podejmowania decyzji dotyczących transportu ładunków w miastach, można stwierdzić, że zakładają one rolę władz miejskich polegającą na poszukiwaniu równowagi pomiędzy celami użytkowników prywatnych i sektora publicznego. Punkt równowagi będzie się znajdował pomiędzy maksymalizacją efektywności działalności dystrybucyjnej, minimalizacją negatywnych efektów dla środowiska naturalnego i społecznego oraz zapewnieniem zrównoważonego rozwoju miasta jako jednostki realizującej cele społeczne i gospodarcze [181].

Zaangażowanie poszczególnych uczestników procesów transportowych było analizowane z punktu widzenia możliwości zidentyfikowania czynników determinujących ich zachowania z perspektywy realizacji różnych scenariuszy miejskiej polityki transportowej [182]. Wiedza na temat podatności użytkowników systemu na konkretne działania usprawniające może zostać wykorzystana w modelowaniu scenariuszy jego rozwoju. Prowadzono również badania ukierunkowane na opracowanie sposobów efektywniejszego pozyskiwania danych niezbędnych do planowania usprawnień w transporcie ładunków na podstawie wzajemnej oceny preferencji wybranych użytkowników [183]. Wykazały one, że daleiści są w stanie z wysokim prawdopodobieństwem przewidzieć zachowania dostawców w odpowiedzi na np. czasowe regulacje dostępu do wybranego obszaru, co może uprościć pozyskiwanie danych niezbędnych w pracach analitycznych. Na potrzeby zwiększenia efektywności procesów decyzyjnych w planowaniu transportu ładunków analizowano także jakościowe oraz ilościowe techniki badania zachowań jego użytkowników [184]. Celem było zweryfikowanie, które z nich lepiej odwzorowują zmianę ich zachowań jako rezultat prowadzonej miejskiej polityki transportowej.

Poszukując elementów wspólnych wymienionych badań z problematyką wyboru modelu transportu ładunków, należy podkreślić, że często pojawiającym się wnioskiem jest konieczność oparcia procesu decyzyjnego na rzetelnej ocenie efektów wariantów decyzyjnych. Z punktu widzenia modelowania oznacza to, że stosowane techniki muszą się cechować szczegółowością niezbędną do odwzorowania zachowań uczestników procesów transportowych. Kolejne zagadnienie stanowi konieczność odpowiedniego wyrażenia interesów użytkowników systemu transportowego poprzez właściwą identyfikację celów rozpatrywanych działań i przeniesienie tego elementu na uwarunkowania stosowania modeli transportu ładunków.

Wykorzystywanie metod wspomagania decyzji opartych na uwzględnieniu zaangażowania sektora publicznego oraz prywatnego napotyka jednak podstawowy problem, jakim jest niewielka liczba dostępnych wdrożeń rozwiązań usprawniających transport ładunków [181]. Jego źródło wskazano już we wcześniejszych rozdziałach. Jest to przede wszystkim niedostateczna wiedza samorządów lokalnych o funkcjonowaniu transportu ładunków oraz o czynnikach wpływających na decyzje zaangażowanych podmiotów. Skutkiem tego w odniesieniu do analizowanej grupy metod decyzyjnych jest ograniczona dostępność przykładów pozwalających odpowiednio skalibrować stosowane w nich procedury matematyczne, zwłaszcza w kwestii wpływu działań miasta na procesy realizowane przez sektor prywatny.

Rozwiązania służące analizie zachowań poszczególnych użytkowników w pierwszej badanej grupie metod wspomagania decyzji wykorzystują najczęściej modele wieloagentowe (*multiagent based modeling*) [185], dzięki ich możliwości odwzorowania grup heterogenicznych agentów (podmiotów w transporcie ładunków w miastach) poprzez przyporządkowanie im określonych cech oraz wzorców zachowań, znajdujących wyraz w postaci interakcji we wspólnym środowisku [186]. Może to służyć zrozumieniu wpływu scenariuszy zmian w systemie transportowym na zachowania jego użytkowników [187], wpływu

czynników zewnętrznych na strategię biznesowe sektora logistycznego [188] czy analizy funkcjonowania miejskiego centrum konsolidacyjnego [189]. Badano również wpływ dostaw nocnych na działalność dystrybutorów sieciowych [190]. Wykorzystując metodę modelowania agentowego, opracowano także ontologię transportu ładunków [191], służącą usystematyzowaniu tego pojęcia z uwzględnieniem charakterystyki powiązań pomiędzy uczestnikami systemu. Modelowanie wieloagentowe wykorzystano też do symulacji decyzji o zakupie usług transportowych [192]. Przedmiotem badań związanych z partycypacyjnymi procesami decyzyjnymi była również analiza dotycząca wpływu konwergencji pomiędzy poszczególnymi grupami użytkowników systemów transportowych na ich ostateczne decyzje związane z popytem na transport [193, 194].

Przedstawione metody koncentrują się na badaniach decyzji uczestników procesów transportu ładunków w miastach w określonych warunkach. Nie odnoszą się one jednak do problemu badawczego, jakim jest symulacja wpływu tych decyzji na miejski system transportowy. Nie obejmują wobec tego pełnego spektrum problemów decyzyjnych związanych z zarządzaniem transportem ładunków w miastach, przed jakimi stoją samorządy. Otwarte pozostaje więc pytanie o dostępność metody umożliwiającej racjonalny wybór modelu transportu ładunków, pozwalającej wypełnić lukę istniejącą w badaniach.

Drugą z analizowanych grup metod wspomagania procesów decyzyjnych w transporcie stanowią rozwiązania wykorzystujące analizę wielokryterialną. Badania nad zastosowaniem technik wielokryterialnego wspomagania decyzji jako metod wspomagających sektor publiczny w zarządzaniu systemem transportowym koncentrują się, podobnie jak w przypadku modelowania wieloagentowego, na możliwości uwzględnienia opinii poszczególnych grup użytkowników zaangażowanych w procesy decyzyjne [195]. Omawiana metoda może być wykorzystywana zarówno do wyboru wariantów inwestycji transportowych [196, 197], jak i do analizy scenariuszy polityki transportowej odnośnie do wpływu wykorzystania biopaliw na poziom emisji w transporcie na poziomie kraju [198], konsekwencji dopuszczenia do ruchu większych pojazdów ciężarowych [199] czy kompleksowego badania wariantów zmian w systemie transportowym na poziomie regionalnym [200].

W odniesieniu do transportu ładunków badania koncentrują się na podobnym zakresie problemów. Najczęściej stanowią analizę wybranych wariantów zmian w funkcjonowaniu transportu ładunków, w których w wyraźny sposób przejawiają się najczęściej rozbieżne interesy sektora publicznego i prywatnego. Do takich problemów decyzyjnych zalicza się na przykład wprowadzenie dostaw nocnych [201]. Częściej jednak analiza wielokryterialna jest stosowana w przypadku analizy scenariuszy strategicznych zmian w miejskim transporcie ładunków [202, 203]. W obu zastosowaniach występuje jednak trudność z wyraźną parametryzacją wpływu poszczególnych rozwiązań na system transportowy. Ocenia się potencjalną siłę ich oddziaływania, niekiedy z wykorzystaniem ujednoliconych parametrów zaczerpniętych z badań zewnętrznych, jednak brak jest możliwości poparcia tej analizy konkretnymi wartościami charakteryzującymi aktywność użytkowników transportu ładunków. Jest to podstawowe ograniczenie tego rozwiązania, wskazujące jednocześnie na znaczenie opracowania metody pozwalającej na wybór modelu miejskiego transportu ładunków. Stosowane metody wspomagania decyzji strategicznych mogłyby stanowić w tym przypadku punkt odniesienia, określając zakres rozwiązań usprawniających, będących w obszarze zainteresowania lokalnych decydentów. Ułatwiałoby to uwzględnienie ich charakterystyki podczas opracowania założeń metody wyboru modelu transportu ładunków.

Trzecią z wyodrębnionych grup metod wspomagania decyzji dostępną dla samorządów lokalnych w obszarze zarządzania transportem ładunków w miastach jest analiza kosztów i korzyści (CBA) związanych z rozpatrywanymi rozwiązaniami usprawniającymi. Klasyczna metoda CBA polega na porównaniu wszystkich kosztów operacyjnych oraz inwestycyjnych danej inwestycji z jej korzyściami ekonomicznymi w rozpatrywanym przedziale czasowym [204]. Analiza CBA jest narzędziem powszechnie stosowanym w realizacji inwestycji transportowych w Europie i na świecie [205]. Jednak w tradycyjnym ujęciu nie pozwala ona na uwzględnienie wszystkich zagadnień związanych z działaniami dotyczącymi kształtowania zrównoważonego miejskiego systemu transportowego, w tym transportu ładunków [206]. Wobec tych ograniczeń jej rozszerzenie stanowi analiza społeczno-ekonomicznych kosztów i korzyści inwestycji (SCBA) [207]. W tym podejściu koszty i korzyści są wyrażane nie tylko w postaci monetarnej, ale mogą też zostać przełożone np. na ograniczenie emisji zanieczyszczeń, co jest trudne do oceny ilościowej [208]. W związku z tym możliwa jest próba kompleksowego uwzględnienia oddziaływania na społeczeństwo, wykraczającego poza bezpośredni wymiar finansowy i obejmującego m.in. wpływ na wielkość zatrudnienia czy bezpieczeństwo drogowe [209]. Konieczność rozszerzenia zakresu analizy CBA potwierdzają badania opinii decydentów z sektora publicznego [210], którzy oczekują narzędzia wspomagania decyzji pozwalającego na uwzględnienie czynników ważnych w szerszym, politycznym kontekście decydowania o rozwoju transportu.

W przypadku badanych metod, zwłaszcza wyjściowej analizy kosztów i korzyści, widoczne jest ich ukierunkowanie na zastosowanie w odniesieniu do projektów infrastrukturalnych. Ich wykorzystanie w analizie działań dotyczących transportu ładunków wymaga uwzględnienia wielu specyficznych zagadnień, wymienionych i scharakteryzowanych poniżej [211].

- Różnicowanie zaangażowanych podmiotów oraz ich celów – rozwiązanie korzystne dla jednej grupy użytkowników może oddziaływać negatywnie na inne grupy.
- Znaczny wpływ uwarunkowań lokalnych – miasta, w których realizowane są działania usprawniające transport ładunków, są bardzo różnorodne pod względem struktury przestrzennej, charakterystyki systemu transportowego, jego problemów itp. Ocena wpływu poszczególnych rozwiązań jest zatem ściśle uzależniona od kontekstu ich realizacji.
- Koszty i korzyści są rozproszone pomiędzy poszczególnymi uczestnikami procesów transportowych oraz ich otoczeniem, przez co trudna jest ich wymierna ocena.
- Ponieważ transport ładunków w miastach oddziałuje na wiele grup użytkowników, trudno jednoznacznie wskazać tę, która ma największe znaczenie w rozwiązaniu powstających problemów.
- Ograniczone źródła danych – wiele analiz dotyczy projektów o charakterze pilotażowym, wdrażanych w skali lokalnej, których efekty mogą być trudne do odnotowania w skali miejskiego systemu transportowego. Wobec tego wiele danych musi być szacowanych lub modelowanych.

W związku z tymi ograniczeniami analiza CBA oraz rozwijająca się SCBA nie są powszechnie wykorzystywane jako narzędzia wspomagające samorząd lokalny w podejmowaniu decyzji dotyczących miejskiego systemu transportowego. Analizę kosztów i korzyści stosowano w ocenie wariantów wprowadzenia centrum konsolidacyjnego w miastach średniej wielkości, z uwzględnieniem możliwości prowadzenia go bezpośrednio przez miasto [212]. Podobny zakres miała analiza możliwości wspólnego wykorzystania zdolności przewozowej przez operatorów logistycznych [213]. Innym zastosowaniem analizy kosztów

i korzyści była ocena koncepcji tramwaju towarowego w Barcelonie [214]. Zbliżonym zakresem problemowym cechowała się analiza uwzględniająca również efekty społeczne (SCBA). Przedmiot tej analizy stanowiła możliwość osiągnięcia długofalowej stabilności ekonomicznej miejskiego centrum konsolidacyjnego [215]. Weryfikowano też uwarunkowania wykorzystania transportu szynowego w transporcie ładunków w obszarach zurbanizowanych [208, 216]. Metodę tę wykorzystano także do oceny korzyści związanych z harmonizacją standardów dotyczących planowania wyznaczonych miejsc dostaw w Norwegii [217].

Podsumowując analizę dostępnych metod wspomagania decyzji stosowanych przez samorządy lokalne w zakresie transportu ładunków, należy stwierdzić, że cechują się one ograniczonym potencjałem w zakresie ich wykorzystania na potrzeby wyboru metod jego modelowania. Wynika to z przyczyn, które wymieniono i scharakteryzowano poniżej.

- Przedstawione metody są stosowane w odniesieniu do ograniczonego rodzaju problemów decyzyjnych, ściśle powiązanych z lokalnym kontekstem systemu, w którym realizowany jest proces decyzyjny; zmniejsza to możliwość ich stosowania w innych miastach ze względu na trudności związane z zaangażowaniem tych samych grup użytkowników.
- Rodzaj problemu determinuje dobór kryteriów decyzyjnych, które są dodatkowo uzależnione od struktury podmiotów uwzględnionych w analizie; stosowane kryteria decyzyjne mogą być uzależnione od indywidualnych preferencji decydentów, wynikających z ich wcześniejszego doświadczenia lub przeznaczenia konkretnej analizy.
- Celem stosowanych metod opartych na modelowaniu wieloagentowym oraz analizie wielokryterialnej jest pozioma integracja możliwie wielu podmiotów (grup użytkowników) oraz ich opinii zamiast pionowej integracji problemowej, która powinna cechować metodę wyboru modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny.
- Metody wykorzystujące analizę kosztów i korzyści rozpatrywanych wariantów decyzyjnych, nawet po rozbudowaniu ich o elementy tzw. społecznej analizy kosztów i korzyści (SCBA), ze względu na monetaryzację stosowanych kryteriów stanowią odrębną kategorię metod wspomagania decyzji, która nie znajduje zastosowania w wyborze modeli transportu ładunków w miastach.
- Dostępne metody nie pozwalają na bezpośrednie odwzorowanie celów stosowania przez samorząd modeli transportu ładunków, związanych z prowadzoną przez niego polityką transportową.
- W ramach tej samej metody decyzyjnej w poszczególnych przypadkach stosowane są różne sposoby pozyskiwania danych niezbędnych do ilościowego wyrażenia kryteriów decyzyjnych, co utrudnia porównywanie wyników poszczególnych analiz.
- W wielu przypadkach problemem w przeprowadzeniu rzetelnej analizy rozpatrywanych rozwiązań był brak możliwości wymiernego przedstawienia ich rezultatów, np. w postaci oceny oddziaływania na strukturę ruchu czy aktywność uczestników procesów transportowych; w tym ujęciu modele transportu ładunków mogłyby stanowić praktyczne uzupełnienie dostępnych metod wspomagania decyzji.

Odnosząc uzyskane wnioski do wyników dotychczasowych badań, należy stwierdzić że:

1. Dostępne krajowe modele transportu ładunków, oparte na stosowanym w przewozach pasażerskich podejściu czterostopniowym, nie pozwalają na odwzorowanie funkcjonalnej i podmiotowej złożoności transportu ładunków w miastach na akceptowalnym poziomie szczegółowości.

2. Analiza dostępnych wyników badań nad metodami wspomagania decyzji nie pozwala na wskazanie metody mogącej służyć wyborowi modelu transportu ładunków, ukierunkowanej na wykorzystanie przez samorząd lokalny jako podstawowy podmiot odpowiedzialny za zarządzanie miejskim systemem transportowym.

W tej sytuacji konieczne jest ustalenie, w jaki sposób kierunki dotychczasowych badań nad modelowaniem transportu ładunków mogą wpływać na założenia opracowywanej metody wyboru modelu transportu ładunków. Powinna ona bowiem odzwierciedlać aktualny stan wiedzy w tym zakresie, pozwalając użytkownikom na dokonanie racjonalnego wyboru z uwzględnieniem własnych wymagań oraz możliwości zapewnianych przez dostępne rozwiązania analityczne.

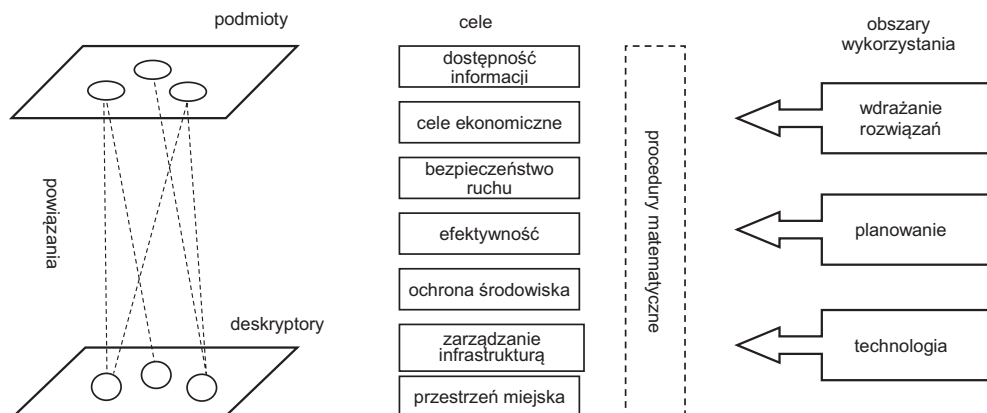
Do realizacji tego celu zostanie wykorzystana klasyfikacja modeli transportu ładunków uwzględniająca ich strukturę podmiotową i funkcjonalną. Obejmuje ona identyfikację:

- podmiotu będącego głównym użytkownikiem modelu;
- podstawowych zmiennych wykorzystywanych do odwzorowania charakterystyki struktury procesów transportu ładunków, zwanych deskryptorami;
- celów stosowania modeli przez głównych użytkowników;
- obszarów wykorzystania, wskazujących na działania służące realizacji celów użytkowników modeli.

Zaletą przedstawionej metody klasyfikacji jest jej wyraźny związek z czynnikami decydującymi o konieczności wyodrębnienia transportu ładunków w miastach jako samodzielnego obszaru w systemie transportowym miasta. Uwzględnia ona bowiem analizowane już we wcześniejszej części pracy jego uwarunkowania podmiotowe i funkcjonalne. Klasyfikacja odnosi się także do zagadnień formułowania celów zarządzania transportem ładunków przez miasta, jak również sposobu ilościowego przedstawienia jego aktywności. Jest to więc nawiązanie do wcześniejszej analizy dostępności danych oraz sposobów ich pozyskiwania.

Założenia wykorzystanej metody przedstawia rys. 4.4. Wyodrębniono następujące grupy użytkowników: administrację publiczną, dostawców, przewoźników i odbiorców. Pojęcie deskryptora (kryterium opisu) wykorzystano już wcześniej, analizując strukturę podmiotową transportu ładunków z wykorzystaniem zmiennych podstawowych i uzupełniających, odzwierciedlających obszary, w których przejawiają się rezultaty interakcji pomiędzy uczestnikami procesów transportowych. Cele oddziaływania na system transportu ładunków analizowano ze względu na wymagania zrównoważonego zarządzania, natomiast obszary oddziaływania odpowiadają przedstawionym wcześniej kategoriom rozwiązań racjonalizujących.

Prezentowana metoda klasyfikacji pozwala na łączne uwzględnienie zagadnień niezbędnych do opracowania założeń metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny. Nie bierze ona natomiast pod uwagę rodzaju stosowanych procedur matematycznych. Ich dobór jest integralnym elementem każdego modelu, wynikającym z kombinacji czynników określających oczekiwaną funkcjonalność modelu. Z punktu widzenia decydenta przejawia się to w postaci możliwości uzyskania miarodajnych wyników o odpowiednim poziomie szczegółowości, przy czym technika ich uzyskania pozostaje na drugim planie.



Rys. 4.4. Schemat klasyfikacji modeli w transporcie ładunków w miastach [30]

Wyniki klasyfikacji 36 modeli transportu ładunków zgodnie z przyjętymi założeniami zestawiono w tabeli 4.3.

Na podstawie sporządzonej klasyfikacji można przedstawić następujące wnioski odnośnie do charakterystyki modeli transportu ładunków oraz jej wpływu na strukturę opracowywanej metody wyboru modeli:

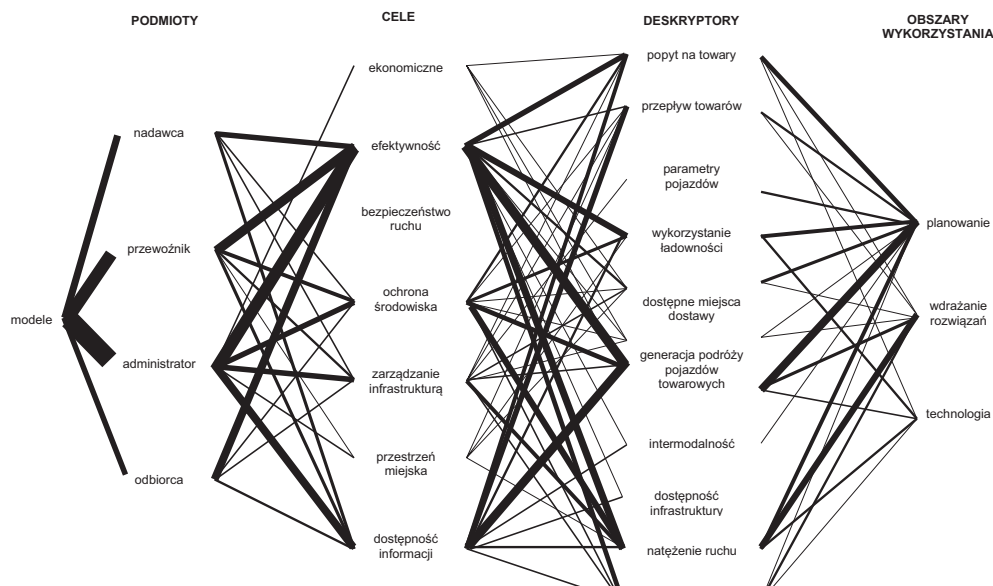
1. Podstawową grupę użytkowników, do których adresowane są modele uwzględnione w zestawieniu, stanowią administratorzy miejskiego systemu transportowego (25 z 36 modeli), czyli lokalna administracja publiczna. Odzwierciedla to możliwość oddziaływania samorządów na system transportowy i konieczność analizy skutków rozpatrywanych działań. Duże znaczenie ma również fakt, że sektor publiczny jako potencjalny główny użytkownik może zapewnić finansowanie wprowadzenia modeli transportowych oraz stworzyć system gromadzenia niezbędnych danych. Jednak duża różnorodność dostępnych rozwiązań nie ułatwia samorządom decyzji o wyborze konkretnego rozwiązania.
2. Uwagę zwraca zakres funkcjonalny dostępnych modeli, determinujący ich przydatność dla końcowego użytkownika. Jedynie cztery z nich to modele kompleksowe, uwzględniające wszystkie fazy procesu ich budowy, od generacji popytu na przewozy ładunków do rozkładu wynikowych przemieszczeń na sieć drogową z uwzględnieniem pozostałych rodzajów transportu [218]. Pozostałe modele mają charakter teoretyczny, ograniczony najczęściej do etapu generacji. Czyni to je mało przydatnymi jako narzędzia praktycznej realizacji miejskiej polityki transportowej.
3. Analizując cele stawiane modelom, można stwierdzić, że najczęściej reprezentowanym celem jest efektywność systemu transportu ładunków. Interpretuje się ją szeroko jako zbiór działań służących ograniczeniu kosztów operacyjnych związanych z działalnością transportową, ograniczeniu zużycia energii, optymalnemu wykorzystaniu dostępnej infrastruktury w celu zwiększenia jej przepustowości oraz redukcji kosztów eksploatacji. Jest to więc bardzo pojemna kategoria, pozwalająca uwzględnić wiele szczegółowych aspektów działalności transportowej oraz możliwości internalizacji jej kosztów zewnętrznych. Jednak wybierając model transportu ładunków, należy przewidzieć, jakie czynniki związane z działalnością transportową będą przedmiotem zainteresowania decydentów. Wskazuje to na konieczność uwzględnienia tego zagadnienia w ramach opracowywanej metody.

4. Tylko jeden model, FRETURB [81], bezpośrednio uwzględniał zagadnienia związane ze strukturą przestrzenną miasta, rozmieszczeniem odbiorców oraz lokalizacją obiektów logistycznych. Wiąże się to z oddolnym podejściem do jego opracowania, w którym dokładnie określony zakres danych wejściowych zdeterminował późniejszą strukturę analityczną modelu oraz zasady jego stosowania. Ocena struktury oraz dostępności danych wejściowych powinna leżeć u podstaw praktycznej oceny modeli przez samorząd.
5. Najczęściej wykorzystywanym deskryptorem jest natężenie ruchu wraz z powiązaniem z nim generowaniem podróży pojazdów towarowych.
6. Rodzaje działań wskazujące na obszary wykorzystania modeli odzwierciedlają strukturę podmiotową ich użytkowników. W związku z tym przeważają rozwiązania wspierające działania planistyczne, dotyczące rozwoju i wykorzystania miejskiej infrastruktury transportowej. W drugiej kolejności należy wymienić modele opracowane w celu oceny konkretnego typu rozwiązań usprawniających transport ładunków, takich jak np. regulacje czasowe i wagowe.

Rysunek 4.6 przedstawia schematycznie relacje pomiędzy poszczególnymi elementami wykorzystanymi w klasyfikacji modeli. Na jego podstawie możliwe jest określenie, do jakich zastosowań są one opracowywane, z równoczesnym wskazaniem zagadnień, które powinny zostać uwzględnione w metodzie wyboru modeli przez samorząd lokalny.

Podsumowując ocenę możliwości wykorzystania dostępnych metod wspomagania decyzji stosowanych przez samorząd lokalny w odniesieniu do zarządzania miejskim systemem transportowym, należy stwierdzić, że znajdują one ograniczone zastosowanie w odniesieniu do wyboru modeli transportu ładunków. Podstawowymi problemami są trudność w prawidłowym wyrażeniu celów ich stosowania przez samorząd w tym obszarze oraz bardzo zróżnicowane sposoby przedstawiania struktury problemu decyzyjnego. Problemem jest również trudność w parametryzacji kryteriów decyzyjnych.

Natomiast wyniki dostępnych badań wskazują, że większość opracowanych modeli jest przeznaczona dla administratorów miejskiego systemu transportowego. Jednocześnie występuje deficyt w zakresie dostosowania opracowywanych metod do rzeczywistych potrzeb docelowych użytkowników, przejawiający się głównie w teoretycznym charakterze badań, wyraźnie uwarunkowanych lokalnym kontekstem, w jakim były one prowadzone. Co prawda badania te cechują się walorem poznawczym w konkretnym obszarze wiedzy, jednak nie zapewniają niezbędnej integracji zagadnień, które wcześniej wskazano jako decydujące o konieczności wyodrębnienia transportu ładunków jako osobnego obszaru badawczego. Niewiele jest również metod kompleksowych, opartych na naukowej identyfikacji kompetencji samorządu lokalnego do kształtowania systemu transportu ładunków i dostosowaniu do tego struktury modelu. Wobec tego można wskazać niedostatecznie rozpoznany naukowo problem badawczy, dotyczący opracowania metody wyboru modeli transportu ładunków w miastach, integrującej przekrojowo charakterystykę transportu ładunków, zasady i narzędzia zarządzania nim oraz specyfikę modeli transportowych.



Rys. 4.5. Mapa relacji pomiędzy podmiotami, celami, deskryptorami i obszarami wykorzystania występującymi w modelach transportu ładunków w obszarach zurbanizowanych [30, 218]

4.3. Synteza funkcjonalności kompleksowych modeli transportu ładunków w miastach

Dotychczasowa analiza wykazała, że jedną z podstawowych barier w wykorzystaniu modeli transportu ładunków przez samorządy lokalne jest znaczna różnorodność dostępnych rozwiązań tego rodzaju. Jednocześnie większość z nich ma charakter teoretycznych prac naukowych, ukierunkowanych na weryfikację hipotez badawczych, nie zawsze wynikających z rozpoznania potrzeb potencjalnych użytkowników modeli. Wiele opracowanych w ten sposób modeli jedynie fragmentarycznie odzwierciedla strukturę badanego zjawiska, koncentrując się na przykład tylko na matematycznych metodach generacji popytu na przewozy lub towary i pomijając pozostałe etapy procedury, niezbędne do opracowania kompleksowego modelu badanego zjawiska. Należy przywołać również możliwość stosowania wielu podstawowych modelowanych zmiennych, czyli masy towaru, dostawy i podróży pojazdu towarowego, co przyczynia się do dalszego zróżnicowania i niewystarczającej porównywalności wyników prowadzonych prac badawczych.

Opracowywana metoda wspomagająca wybór modelu transportu ładunków ma służyć wszechstronnej analizie porównawczej rozpatrywanych modeli i wskazaniu rozwiązania, które w największym stopniu będzie odpowiadać celom miasta w zakresie zarządzania tym rodzajem przewozów. Wobec tego przyjęto, że przedmiotem dalszej analizy będą tylko modele kompleksowe, wykorzystywane w praktyczny sposób w miastach europejskich. Za takim rozwiązaniem przemawiają następujące czynniki:

- wybór modeli będących przedmiotem zainteresowania lokalnego samorządu może być poprzedzony obserwacją sposobów ich wykorzystania w innych miastach, uzyskanych tam wyników oraz ewentualnych problemów implementacyjnych;
- modele kompleksowe nie wymagają prowadzenia czasochłonnych i kosztownych prac badawczych, które nie są typowym przedmiotem zainteresowania władz miejskich, dążących do uzyskania konkretnych rezultatów pozwalających usprawnić realizowane procesy planistyczne;
- stosowanie rozwiązań zweryfikowanych w praktyce pozwala na wyprzedzającą ocenę wymagań dotyczących zasobów informacyjnych niezbędnych do ich wdrożenia, jak również ocenę wymagań w zakresie stworzenia systemu ich pozyskiwania;
- modele kompleksowe są projektowane z myślą o wymaganiach końcowego użytkownika, wśród których należy wymienić możliwość integracji z już posiadanymi rozwiązaniami analitycznymi, przynajmniej w stopniu pozwalającym na odniesienie uzyskanych wyników do standardowych parametrów charakteryzujących ruch drogowy.

Formułując założenia metody, trzeba też uwzględnić fakt, że powinna ona umożliwiać dodatkowo ocenę funkcjonalności wykorzystywanego już przez miasto modelu transportowego w wybranych zastosowaniach dotyczących transportu ładunków. Powinno jednak temu towarzyszyć – wynikające również z wcześniejszej analizy – stwierdzenie, że tradycyjne modele czterostopniowe służące modelowaniu przewozów pasażerskich nie oferują funkcjonalności wymaganej do modelowania złożonych procesów w transporcie ładunków. Mogą one jednak stanowić punkt odniesienia dla modeli przeznaczonych do zastosowania w transporcie ładunków. Wobec tego w analizie uwzględniono również trójpoziomowy miejski model transportowy stosowany w Gdyni, jako przykład zaawansowanego rozwiązania wykorzystywanego w zarządzaniu transportem w miastach. Dysponując wynikami wcześniejszej analizy, przeprowadzonej w rozdziale 4, można wskazać dwa modele kompleksowe, które znalazły zastosowanie w miastach europejskich:

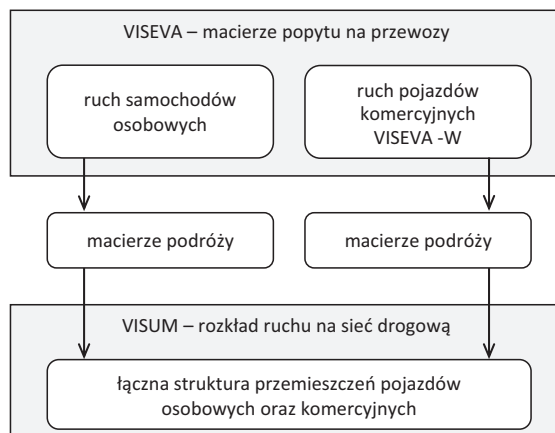
1. model FRETURB, opracowany we Francji i tam najczęściej wykorzystywany;
2. model WIVER, stosowany w miastach niemieckich.

Założenia i strukturę obu modeli przedstawiono dalej, w zakresie odpowiadającym najważniejszym elementom opracowywanej metody, tak aby czytelne stały się różnice pomiędzy nimi, wpływające na ocenę ich przydatności dla lokalnego samorządu.

Model WIVER został opracowany na początku lat 80. XX wieku na zlecenie Senatu Berlina Zachodniego w celu oceny wielkości i struktury przemieszczeń pojazdów komercyjnych na terenie miasta. Na podstawie danych o sposobie wykorzystania pojazdów towarowych, pozyskanych od ich użytkowników, opracowano symulacyjny model ruchu, który pozwalał na prognozowanie liczby przemieszczeń poszczególnych klas pojazdów związanych z funkcjonowaniem wyodrębnionych rodzajów działalności gospodarczej [221]. Metodyka modelu WIVER została następnie wykorzystana jako element komercyjnego pakietu VISEVA (jako moduł pod nazwą VISEVA-W), umożliwiającego wizualizację wyników przy wykorzystaniu aplikacji VISSUM, z uwzględnieniem zarówno przemieszczeń pojazdów towarowych, jak i podróży pasażerskich.

Opracowując model WIVER, przyjęto założenie, że do opisu struktury przemieszczeń pojazdów towarowych nie można wykorzystać istniejących modeli służących do symulacji przemieszczeń pasażerskich [221]. Wynika to ze specyfiki organizacji przewozów ładunków w miastach, realizowanych najczęściej w postaci rund uwzględniających wiele kolejnych dostaw do odbiorców towarów. Struktura rund (długość trasy i liczba zatrzymań)

odzwierciedla zachowania poszczególnych grup użytkowników, wpływając na wielkość zapotrzebowania na przewozy. W związku z tym za konieczne uznano równoczesne uwzględnienie dwóch zagadnień. Jednym z nich jest określenie relacji źródło–cel pojazdów towarowych, drugim natomiast – opracowanie formuły matematycznej odwzorowującej sekwencję kolejnych przemieszczeń pomiędzy odbiorcami. Strukturę modelu VISEVA przedstawia rys. 4.6.



Rys. 4.6. Struktura modelu VISEVA z uwzględnieniem modelu ruchu pojazdów komercyjnych VISEVA-W [251]

Model VISEVA cechuje się znacznym zapotrzebowaniem na dane wejściowe dotyczące struktury ekonomicznej analizowanego obszaru oraz charakterystyki organizacji usług przewozowych. Zastosowano więc w tym zakresie pewne uproszczenia metodyczne. Dokonano grupowania podmiotów gospodarczych na bazie podobieństwa w zakresie popytu na dostawy, dzieląc jednocześnie objęty analizą obszar miasta na odrębne rejony transportowe. Dla każdego z nich konieczne było określenie liczby podmiotów gospodarczych oraz pracowników zatrudnionych w poszczególnych kategoriach przedsiębiorstw. Struktura danych wejściowych niezbędnych do opracowania modelu obejmuje:

1. dane charakteryzujące aktywność podmiotów komercyjnie wykorzystujących pojazdy towarowe:
 - liczba przemieszczeń i dostaw dziennie w przeliczeniu na kategorię pojazdu,
 - źródło i cel podróży,
 - długość przemieszczeń oraz ich rozkład dzienny;
2. dane strukturalne dla każdego rejonu transportowego:
 - odległość do pozostałych rejonów,
 - potencjał rejonu jako źródła podróży (z wykorzystaniem liczby pracowników ogółem oraz liczby pracowników w branżach związanych bezpośrednio z przemieszczeniem towarów),
 - potencjał rejonu jako celu podróży pojazdu towarowego.

Zasadę generowania przemieszczeń pojazdów komercyjnych w rundach, stanowiącą podstawę modelu WIVER, ilustruje rys. 4.7.

ETAP	WYKORZYSTYWANE DANE
1 identyfikacja źródeł ruchu pojazdów towarowych	— charakterystyka źródeł (np. liczba zatrudnionych) — udział kierowców w strukturze zatrudnienia — liczba przemieszczeń złożonych i zatrzymań na każdego kierowcę
2 wybór powiązanych celów podróży	— zróżnicowanie branżowe celów podróży — powiązania pomiędzy poszczególnymi branżami — proporcja pomiędzy ruchem generowanym i absorbowanym
3 łączenie źródeł i celów podróży	— macierze odległości pomiędzy źródłami i celami — ocena wrażliwości modelu na wzrost odległości (preferowane są bliższe lokalizacje)
4 generowanie rund dostaw	— funkcja minimalizacji pokonanego dystansu; znaczenie oszczędności pokonanego dystansu w wyniku dodawania kolejnych celów podróży zamiast powrotu do źródła podróży jest bardzo istotne

Rys. 4.7. Metoda tworzenia przemieszczeń złożonych w modelu WIVER [252]

Początkowo model WIVER bazował na badaniach podmiotów komercyjnie wykorzystujących pojazdy towarowe w Berlinie Zachodnim. Jego późniejsza integracja w ramach modelu VISEVA została oparta na przeprowadzonym w 2002 roku ogólnokrajowym badaniu ruchu pojazdów komercyjnych (Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland, KiD 2002), którego celem było zidentyfikowanie sposobu wykorzystania pojazdów stosowanych do przewozów towarów w miastach, ze szczególnym naciskiem na ich dominującą kategorię do 3,5 t dmc [253]. W drugiej edycji badania, w 2010 roku, próbę badawczą stanowiło 100 tys. użytkowników pojazdów dostawczych i ciężarowych.

Struktura analityczna modelu, uwzględniająca przedstawione wcześniej założenia, obejmuje następujące fazy:

- 1) generację podróży pojazdów komercyjnych przez nadawców;
- 2) określenie liczby podróży absorbowanych przez odbiorców;
- 3) rozkład podróży pomiędzy poszczególnymi rejonami;
- 4) rozkład zidentyfikowanego popytu na przemieszczenia na sieć drogową.

Liczba przemieszczeń generowanych przez nadawców w każdym rejonie jest uzależniona od liczby przemieszczeń złożonych i liczby uwzględnionych w nich odbiorców:

$$VV_i = \sum_p (RK_{pi} - 1) \times RA_{pi} \times BG_{pi} \times u_{pi} \quad (4.1)$$

gdzie:

- BG_{pi} – wartość produkcji p w rejonie i , wyrażona np. liczbą zatrudnionych w sektorze produkcyjnym,
- RA_{pi} – liczba rund przypadająca na jednostkę produkcji p ,
- RK_{pi} – liczba przemieszczeń w ramach jednej rundy,
- u_{pi} – udział przemieszczeń w obszarze analizy.

Absorpcję podróży przez odbiorców w rejonie j określa się z wykorzystaniem formuły (4.2). Punkt wyjścia stanowi określenie potencjału absorpcji podróży w danym rejonie:

$$PE_j = \sum_s SG_{sj} \times ER_{sj} \times v_{sj} \quad (4.2)$$

gdzie:

- PE_j – potencjał podróży absorbowanych przez odbiorców w rejonie j ,
- SG_{sj} – wartość absorpcji grupy podmiotów s w rejonie j ,
- ER_{sj} – współczynnik absorpcji przemieszczeń grupy podmiotów s w rejonie j ,
- v_{sj} – udział podróży w obrębie analizowanego obszaru.

Liczba podróży VE_j absorbowanych przez odbiorców w rejonie j jest wynikiem równoważenia jego potencjału absorpcji z liczbą wygenerowanych wcześniej podróży:

$$VE_j = fk \times PE_j \quad fk = \frac{\sum_i VV_i}{\sum_j PE_j} \quad (4.3)$$

Kolejny krok stanowi rozłożenie podróży pomiędzy rejonami. Liczba podróży v_{ij} pomiędzy rejonem i oraz rejonem j jest obliczana jako suma wszystkich przemieszczeń początkowych (S), przemieszczeń łączących (C) oraz przemieszczeń powrotnych (E):

$$v_{ij} = v_{ij}^S + \sum_{e=1}^m v_{ije}^C + v_{ij}^E \quad (i, j = 1, \dots, m) \quad (4.4)$$

Dla rozkładu podróży dla wszystkich rejonów ($1, \dots, m$) muszą zostać spełnione następujące warunki:

$$\sum_{j=1}^m v_{ij}^S = SE_i \quad \sum_{j=1}^m v_{ij} = SE_i + VE_i \quad (i = 1, \dots, m) \quad (4.5)$$

$$\sum_{j=1}^m v_{ij}^E = SE_j \quad \sum_{j=1}^m v_{ij} = SE_{ji} + VE_j \quad (j = 1, \dots, m) \quad (4.6)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m v_{ije}^C = C_e \quad (e = 1, \dots, m) \quad (4.7)$$

Opracowane w modelu VISEVA-W macierze popytu na przemieszczenia pojazdów komercyjnych są następnie rozkładane na sieć drogową z wykorzystaniem programu VISSUM [254]. Ponieważ jednocześnie obliczany jest popyt dla przemieszczeń pojazdów

komercyjnych oraz transportu pasażerskiego, oba rodzaje ruchu mogą zostać wspólnie przedstawione w sieci drogowej miasta. Jeżeli istnieje taka konieczność, model zapewnia również możliwość uwzględnienia macierzy podróży pochodzących z innych źródeł, np. macierzy długodystansowych przemieszczeń pojazdów towarowych, opracowywanych przez Federalne Ministerstwo Transportu w Niemczech.

Opracowany we Francji model FRETURB przywoływano już podczas analizy zasad gromadzenia informacji o funkcjonowaniu transportu ładunków. Przy jego tworzeniu przyjęto następujące założenia [157, 255, 256]:

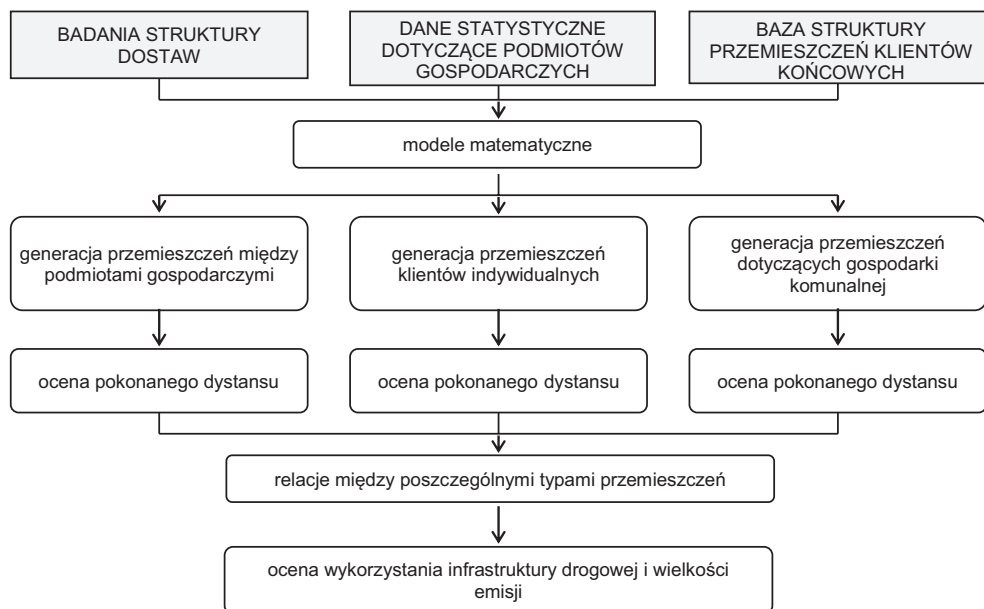
- rozwój aktywności gospodarczej w obszarach zurbanizowanych jest ograniczany przez nadmierną kongestię oraz problemy z dostępnością, związane z ograniczoną podażą infrastruktury i działaniami regulacyjnymi;
- wielkość przepływu towarów jest determinowana przez rosnący i zróżnicowany popyt ze strony odbiorców końcowych, nie zaś przez podażową stronę rynku;
- na wszystkich etapach łańcucha dostaw coraz większą rolę odgrywają uwarunkowania środowiskowe działalności transportowej, które nabierają szczególnego znaczenia w intensywnie zagospodarowanej przestrzeni miejskiej.

W związku z tym jako podstawową zmienną stosowaną w modelu wybrano dostawę, rozumianą jako aktywność pojazdu towarowego związaną z dostarczeniem lub odbiorem towaru [257]. Wybór tej zmiennej wiąże się z możliwością czytelnego przedstawienia mechanizmów kształtujących strukturę przemieszczeń pojazdów towarowych. Dodatkowo, współczynniki liczby dostaw opracowane na podstawie odpowiednio dobranej próby podmiotów mogą zostać wykorzystane do przekrojowych analiz w skali całego miasta [255].

Założenia modelu FRETURB jako kompletnego narzędzia analitycznego po raz pierwszy przedstawiono w 1999 roku [258]. Przyjęto, że model będzie obejmował następujące rodzaje przemieszczeń pojazdów, odzwierciedlające kompleksowo strukturę wymiany towarowej w miastach:

- przemieszczenia związane z obrotem towarowym między podmiotami gospodarczymi działającymi na obszarze miasta (handel, produkcja, usługi); zgodnie z przyjętą metodą badań odpowiadają one za 35–40% przemieszczeń wyrażonych za pomocą współczynnika PCU (*private car unit*), czyli przeliczeniowego samochodu indywidualnego;
- przemieszczenia związane z zakupami realizowanymi przez klientów indywidualnych, wykonywane samochodami osobowymi; stanowią one 50–55% przemieszczeń w jednostkach PCU;
- przemieszczenia związane z gospodarką komunalną, takie jak wywóz odpadów, prace budowlane itp. – 10–15% wszystkich przemieszczeń.

Strukturę modelu FRETURB przedstawia rys. 4.8. Model funkcjonuje jako samodzielna aplikacja od 2000 roku i jest dostępny dla samorządów opracowujących m.in. lokalne plany transportowe. Model opracowywano stopniowo, rozszerzając jego zakres poprzez dodawanie kolejnych modułów dotyczących poszczególnych obszarów funkcjonalnych. Pierwszym z nich był bazowy model generacji przemieszczeń pojazdów towarowych pomiędzy podmiotami gospodarczymi, czyli podstawa systemu transportu towarów w obszarach zurbanizowanych [258]. Kolejno opracowywano modele umożliwiające dystrybucję przemieszczeń pomiędzy podmiotami [81, 255] oraz generację przemieszczeń klientów indywidualnych w celach zakupowych [259, 260]. Uwzględniono również funkcjonowanie handlu elektronicznego (*e-commerce*) [261] i problematykę wpływu transportu ładunków na środowisko naturalne [255, 262].



Rys. 4.8. Struktura funkcjonalna modelu FRETURB [255]

Zestawienie danych wejściowych i wyjściowych w modelu FRETURB przedstawia tabela 4.4.

Tabela 4.4

System danych wejściowych i wyjściowych w modelu FRETURB [263]

Dane wejściowe	Dane wyjściowe
Krajowa baza danych SIRENE obejmująca wszystkie podmioty gospodarcze: – numer identyfikacyjny – rodzaj działalności według statystycznej klasyfikacji działalności gospodarczej w Unii Europejskiej (NACE) – liczba zatrudnionych pracowników – rodzaj podmiotu: centrala lub filia – liczba oddziałów tej samej firmy – kod geolokalizacyjny	Generacja przemieszczeń pomiędzy podmiotami gospodarczymi: – dane zdezagregowane: liczba przemieszczeń (dostaw lub odbiorów) przypadających na każdy podmiot gospodarczy w podziale na rodzaj pojazdu, typ usługi (transport własny lub obcy) – dane zagregowane: liczba przemieszczeń, pokonany dystans, czas postoju, macierz źródeł – cel w rozbiciu na: – rejony transportowe – sektory – rodzaj działalności (8 ogólnych kategorii podzielonych na 45 podkategorii)
Baza rejonów transportowych, na które podzielono obszar analizy: – numer identyfikacyjny i sektor – współrzędne X i Y centroidy obszaru, będącego geometrycznym wyrażeniem jego umownego środka – populacja – powierzchnia – liczba gospodarstw domowych – przeciętna liczba pojazdów osobowych przypadających na gospodarstwo domowe	Generacja przemieszczeń klientów indywidualnych: – dane zagregowane: liczba przemieszczeń, pokonany dystans, rejon ciążenia; dane w odniesieniu do tygodnia (od poniedziałku do soboty) w rozbiciu na: – rejony transportowe – sektory – rodzaj działalności (supermarkety i hipermarkety, niezależni detaliści)

cd. tab. 6.1

Baza odległości pomiędzy rejonami transportowymi: – macierz odległości pomiędzy rejonami i oraz j – rodzaj pojazdu – przeciętny czas jazdy pomiędzy rejonami Jeżeli liczba rejonów transportowych przekracza 100, konieczne jest ich grupowanie w makrorejonu.	Generacja przemieszczeń dotyczących gospodarki komunalnej: – dane zagregowane: pokonany dystans w rozbiu na tygodnie lub w ujęciu rocznym
--	--

Podstawowym elementem modelu FRETURB jest generacja liczby dostaw i odbiorów w każdym rejonie transportowym. Odbywa się ona w podziale na rodzaj działalności gospodarczej oraz typ pojazdu i jest funkcją trzech zmiennych charakteryzujących danych podmiot (a, p, o) [81]:

$$n_e = \varphi(a, p, o) \quad (4.8)$$

gdzie:

- n_e – liczba operacji (dostaw, odbiorów oraz operacji łączonych) wykonanych w danym podmiocie w ciągu tygodnia,
- a – rodzaj działalności gospodarczej (45 kategorii),
- p – rodzaj podmiotu w ramach danej kategorii (sklep, magazyn, biuro, centrala),
- o – liczba zatrudnionych w podziale na klasy (0, 1, 2–5, 6–9, 10–19, 20–49, 50–99, 100–199, ...).

Wykorzystując dane o strukturze podmiotów w każdym rejonie oraz wyniki generacji dostaw, można określić ich całkowitą liczbę w rejonie z (4.9):

$$N_z = \sum_{e \in z} n_e(a, p, o) \quad (4.9)$$

Wartość N_z charakteryzująca każdy rejon jest podawana w rozbiu na następujące parametry:

- trzy rodzaje pojazdów towarowych v (pojazdy dostawcze do 3,5 t dmc, pojazdy ciężarowe oraz ciągniki siodłowe z naczepą);
- trzy rodzaje usługi transportowej m (transport własny odbiorcy, transport własny nadawcy, zewnętrzny operator logistyczny);
- dwa rodzaje łańcuchów przemieszczeń r (dostawa bezpośrednia, dostawa łączona).

Dla każdej kategorii podmiotów gospodarczych $\varepsilon(a, p, o)$ obliczane są trzy parametry (v, m, r) odzwierciedlające strukturę usług transportowych. Liczba dostaw w danym rejonie może więc zostać przedstawiona w następujących sposób:

$$N_z = \sum_{\varepsilon, v, m, r} N_{\varepsilon, z} \times f_{v, m, r}(\varepsilon) \quad (4.10)$$

gdzie:

- $f_{v, m, r}$ – częstość występowania konkretnej kombinacji (v, m, r) w odniesieniu do ε oraz $N_{\varepsilon, z}$ odpowiada liczbie przemieszczeń generowanych przez podmioty kategorii ε w rejonie z .

Wyniki badań przeprowadzonych na potrzeby opracowania modelu dowiodły, że wartość parametru $f_{v, m, r}$ nie jest uzależniona od wielkości i struktury przestrzennej miasta, stąd możliwe było przyjęcie ujednoliconych parametrów generacji dostaw, wynikających

z obserwacji. Wobec tego podstawowym czynnikiem decydującym o liczbie dostaw są parametry strukturalne, takie jak rodzaj podmiotów oraz skala działalności wyrażona liczbą zatrudnionych.

Wygenerowana liczba dostaw musi zostać przedstawiona w postaci przemieszczeń złożonych przy uwzględnieniu faktu, że ok. 75% z nich stanowią rundy dostaw. Wobec tego liczba podróży pojazdów towarowych t_z generowanych w rejonie z jest uzależniona od liczby wykonanych przemieszczeń łączonych oraz liczby dostaw i odbiorów w tym rejonie:

$$t_z = 2 \times dr_z + 2 \times p_z + (dp_z - p_z) \quad (4.11)$$

gdzie:

dr_z – liczba rund rozpoczynających się w rejonie z ,

p_z – liczba punktów załadunku i rozładunku w rejonie z ,

dp_z – liczba dostaw i odbiorów wykonanych w łańcuchach przemieszczeń w rejonie z

Zastosowanie znajduje również następująca prawidłowość:

$$t_z = dt_z + se_z + c_z \quad (4.12)$$

gdzie:

dt_z – liczba bezpośrednich przemieszczeń wykonanych w rejonie z ,

se_z – liczba przemieszczeń początkowych i końcowych w rejonie z ,

c_z – liczba przemieszczeń łączących rozpoczynających się w rejonie z .

Dystans pokonany przez pojazdy towarowe jest modelowany oddzielnie dla dostaw bezpośrednich (L_{dt}), przemieszczeń początkowych i końcowych odbywających się w ramach rund (L_{se}) oraz przemieszczeń łączących ($L_{z,m}$). Całkowity dystans D_z (w wozokilometrach) wygenerowany przez podmioty gospodarcze w rejonie z przedstawia się następująco:

$$D_{z,v} = Ldt(v, z) + Lse(v, z) + Lc(v, z) \quad (4.13)$$

gdzie:

v, z – dystans pokonany przez pojazdy kategorii v w rejonie z .

Ostatnim etapem procedury zastosowanej w modelu FRETURB jest dystrybucja wygenerowanych przemieszczeń pomiędzy rejonami transportowymi. Wykorzystuje się tu probabilistyczną metodę dystrybucji ruchu pojazdów komercyjnych, uwzględniającą:

- średnią prędkość pomiędzy rejonami i oraz j ;
- wybór trasy za pomocą algorytmu Dijkstry, operującego na sieci łączącej centroidy sąsiadujących rejonów transportowych.

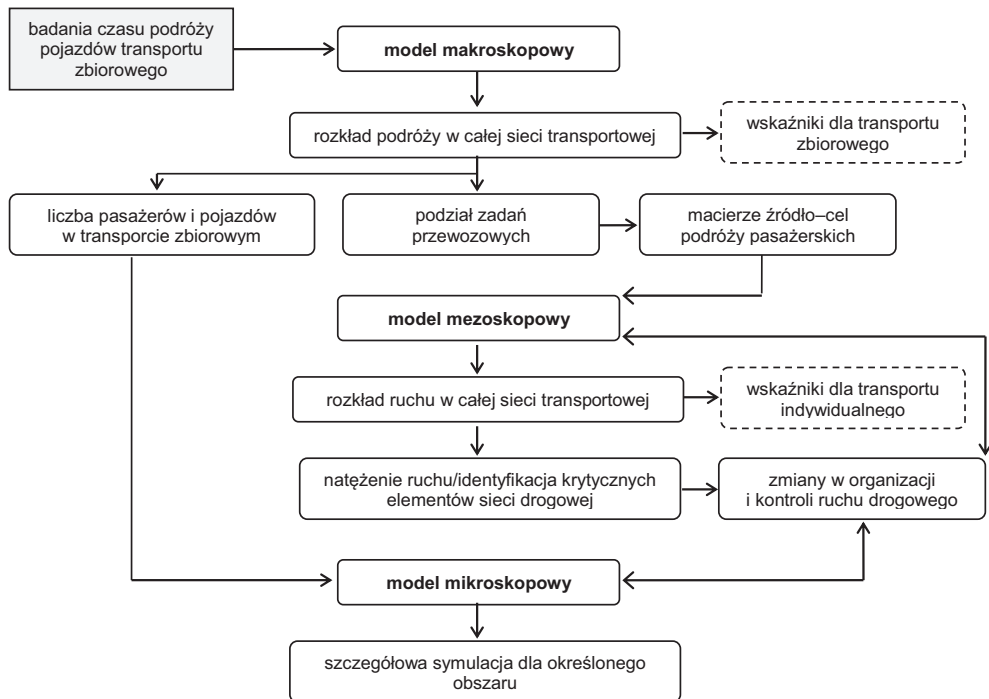
Macierz dystrybucji przemieszczeń pojazdów towarowych przyjmuje postać:

$$T_{ij} = [t_{ij}] = \sum_v [t_{ij}(v)] \quad (4.14)$$

Trójpoziomowy miejski model transportowy stosowany w Gdyni jest wynikiem zintegrowanego podejścia do modelowania miejskiego systemu transportowego. Wiele miast europejskich stosuje modele transportowe o różnym poziomie szczegółowości [264, 265]. Dostępne modele są wynikiem wieloletnich prac badawczych dotyczących modelowania podróży pasażerskich oraz przemieszczeń pojazdów, które doprowadziły do powstania i upowszechnienia aplikacji stosowanych przez podmioty odpowiedzialne za zarządzanie miejskim systemem transportowym [266, 267].

Jednak wykorzystanie ich pełnego potencjału jest ograniczone ze względu na trudność w hierarchicznej integracji stosowanych modeli, dotyczących różnych poziomów analizy systemu transportowego [268]. Dotyczy to przede wszystkim możliwości wymiany danych pomiędzy poszczególnymi modelami, niezbędnej do przeprowadzenia kompleksowej analizy procesów transportowych.

Hierarchiczny model opracowany dla Gdyni reprezentuje nieliczną kategorię modeli zintegrowanych [250], powstałych z myślą o wieloaspektowym podejściu do planowania miejskiego systemu transportowego. Jego strukturę przedstawia rys. 4.9.



Rys. 4.9. Struktura trójpoziomowego miejskiego modelu transportowego w Gdyni

Funkcjonowanie modelu hierarchicznego opiera się na ujednoliconym systemie odniesienia, obejmującym między innymi podział obszaru miasta na obszary transportowe oraz wyodrębnione węzły i odcinki sieci drogowej. Są one wspólne dla wszystkich trzech modeli szczegółowych. Model makroskopowy jest wykorzystywany do analizy zmian popytu na przewozy w rezultacie zmian demograficznych, ekonomicznych i zmian w strukturze przestrzennej miasta. Służy on również analizie podziału zadań przewozowych w transporcie pasażerskim na skutek zmian dostępności transportowej związanych np. z inwestycjami infrastrukturalnymi. Model ten umożliwia też wyjściową analizę rozkładu podróży wykonywanych transportem zbiorowym oraz indywidualnym w sieci drogowej. Matryce źródło-cel podróży opracowane w modelu makroskopowym zasilają model mezoskopowy, odpowiadający za szczegółowy rozkład ruchu w sieci drogowej z uwzględnieniem zasad organizacji ruchu. Model ten pozwala na identyfikację krytycznych parametrów elementów sieci drogowej oraz symulację wariantów usprawnień organizacji ruchu. Sprzężenie

z modelem makroskopowym umożliwia prześledzenie efektów zmian w skali całego miasta. Opracowane rozwiązania mogą być następnie poddane dalszej weryfikacji za pomocą mikrosymulacji, która pozwala na szczegółową analizę na poziomie lokalnym (np. skrzyżowanie) i ocenę wpływu wariantów organizacji ruchu. Uzyskane wyniki mogą zasilać zwrótnie nadrzędny model mezoskopowy w celu powtórzenia jego obliczeń ze zmienionymi założeniami.

W odniesieniu do zarządzania miejskim systemem transportowym model makroskopowy może być wykorzystywany do analizy wariantów miejskiej polityki transportowej i strategicznego planowania rozwoju sieci transportowej. Model mezoskopowy służy wspomagananiu decyzji dotyczących realizacji polityki transportowej w postaci analizy wpływu rozbudowy poszczególnych elementów infrastruktury drogowej lub strategii zarządzania ruchem. Analizy obejmują pasażerski transport zbiorowy oraz indywidualny. Model mikroskopowy może znaleźć zastosowanie w analizie szczegółowych projektów budowy bądź przebudowy ulic lub ich odcinków, organizacji ruchu z uwzględnieniem priorytetów dla transportu zbiorowego oraz ruchu pieszych.

Zestawienie podstawowych parametrów modeli FRETURB, WIVER oraz miejskiego modelu transportowego dla Gdyni przedstawia tabela 4.5.

Tabela 4.5

Charakterystyka modeli wykorzystanych do walidacji opracowanej metody

Parametr	FRETURB	WIVER	Miejski model transportowy w Gdyni
Obszar	modelowanie przewozów ładunków	modelowanie przewozów ładunków	modelowanie podróży pasażerskich oraz rozkładu ruchu pojazdów dostawczych i ciężarowych
Zakres	model kompleksowy	model kompleksowy	model kompleksowy
Cele	model diagnostyczny, wsparcie polityki transportowej	model diagnostyczny, wsparcie polityki transportowej	model diagnostyczny i planistyczny, wsparcie polityki transportowej
Zmienna	dostawa i rundy dostaw	dostawa i rundy dostaw	podróż transportem zbiorowym oraz indywidualnym
Sposób opracowania	podejście oddolne	podejście oddolne	podejście odgórne
Metodyka	generacja rund i rozkład podróży	generacja popytu, generacja rund i rozkład podróży	generacja, rozkład przestrzenny podróży, podział zadań przewozowych (pasażerski), rozkład ruchu na sieć
Podstawowe źródło danych	badania ankietowe odbiorców uzupełnione o charakterystykę podaży usług transportowych	krajowe badania aktywności pojazdów komercyjnych uzupełnione o charakterystykę odbiorców	badania ankietowe pasażerów transportu zbiorowego, pomiar natężenia ruchu drogowego
Integracja z modelami przemieszczeń indywidualnych	pojazdy towarowe przedstawiane w postaci tzw. ekwiwalentu pojazdów osobowych	macierze źródło–cel dla pojazdów towarowych w programie VISSUM	na ostatnim etapie obliczeń – rozkład ruchu na sieć

Rozdział 5

Metoda wspomagająca wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny

5.1. Założenia opracowanej metody

Przeprowadzona wieloaspektowa analiza uwarunkowań funkcjonowania transportu ładunków w miastach pozwala na wskazanie zagadnień, które są punktem odniesienia dla zdefiniowania celów opracowania metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków oraz jej struktury. Uwarunkowania te dotyczą trzech głównych obszarów związanych z badanym zagadnieniem:

1. funkcjonalnej i podmiotowej odrębności transportu ładunków w ramach miejskiego systemu transportowego, która determinuje konieczność racjonalnego wyboru celów zarządzania oraz narzędzi usprawniających transport ładunków z uwzględnieniem sposobu jego oddziaływania na system transportowy miasta;
2. powiązanej z tym konieczności stosowania odpowiednio dobranych metod analizy transportu ładunków, służących m.in. parametryzacji jego roli w systemie transportowym oraz ocenie efektów działań usprawniających;
3. problematyki dostępności modeli transportu ładunków oraz, co szczególnie ważne, możliwości ich wyboru przez podmiot odpowiedzialny za zarządzanie miejskim systemem transportowym, czyli samorząd lokalny.

W ramach pierwszej grupy uwarunkowań przy opracowywaniu metody wspomagającej wybór modelu należy uwzględnić następujące zagadnienia:

1. System transportu ładunków w miastach jest niejednorodny wewnętrznie, występują w nim zróżnicowane powiązania pomiędzy zaangażowanymi podmiotami odpowiedzialnymi za realizację różnorodnych funkcji. Jest on bardziej złożony funkcjonalnie od dobrze rozpoznanego miejskiego transportu pasażerskiego, dla którego opracowano wiele narzędzi analitycznych, będących wynikiem konsekwentnie prowadzonych badań naukowych.
2. Skutkiem zróżnicowania organizacyjnego transportu ładunków jest występowanie wielu uczestników jego procesów. Relacje pomiędzy nimi wpływają na wielkość i strukturę przewozów ładunków, co sprawia, że konieczne jest ich uwzględnienie w ilościowej analizie tego systemu.
3. Z punktu widzenia rzetelności badań niezbędne jest czytelne wyodrębnienie transportu ładunków w ramach miejskiego systemu transportowego jako osobnego rodzaju przewozów. Dotyczy to identyfikacji poszczególnych form organizacji przewozów, zaangażowanych podmiotów, charakterystyki wykorzystania infrastruktury transportowej, rodzajów pojazdów towarowych itp. Stanowi to warunek właściwego określenia ich wpływu na miasto i jego system transportowy oraz – w dalszej kolejności – zastosowania odpowiednich działań usprawniających. Prawidłowe wyodrębnienie transportu ładunków jest również podstawą wyboru odpowiednich metod jego analizy i modelowania.

4. Jednym z najważniejszych podmiotów w transporcie ładunków jest administracja samorządowa, odpowiedzialna bezpośrednio za zarządzanie działalnością transportową na podległym sobie obszarze w zakresie ustalonych ustawowo kompetencji. Tradycyjnie dotyczy to występowania w roli dostawcy infrastruktury transportowej. Jednak coraz częściej, z własnej inicjatywy lub w odpowiedzi na wymagania użytkowników, samorządy lokalne decydują się na bezpośrednie oddziaływanie na rynek transportu ładunków. Często spotykaną barierą jest jednak trudność w ocenie skutków planowanych działań z uwzględnieniem specyfiki wszystkich obszarów funkcjonalnych transportu ładunków w miastach. Dlatego też zaangażowanie samorządów w tym obszarze jest w dalszym ciągu ograniczone, co wynika również z niedostatecznej wiedzy zarówno o możliwościach, jak i wymaganiach aplikacyjnych dostępnych modeli transportu ładunków.
5. Rola samorządu lokalnego w kształtowaniu systemu transportu ładunków dotyczy nie tylko zagadnień wynikających z regulacji ustawowych. Może on być też gwarantem ciągłości podejmowanych działań poprzez uwzględnienie ich w dokumentach strategicznych. Równie ważna jest możliwość występowania w roli neutralnego negocjatora pomiędzy zaangażowanymi podmiotami. Oba zagadnienia są istotne z punktu widzenia stabilności funkcjonowania systemu analizy transportu ładunków. Dotyczy to stworzenia warunków do pozyskiwania niezbędnych danych, racjonalnie związanych z zakresem działań przewidzianych do realizacji, zwłaszcza w perspektywie długofalowej. Ostatnie z wymienionych zagadnień sugeruje, że wybór odpowiedniej metody modelowania powinien być oparty na wyprzedzającej analizie potrzeb samorządu w zakresie działań usprawniających.
6. Podstawowym zagadnieniem umożliwiającym identyfikację prawidłowości zachodzących w transporcie ładunków w miastach jest przyjęcie odpowiednich kryteriów opisu relacji pomiędzy poszczególnymi podmiotami. Pozwalają one wyrazić ich aktywności w postaci kombinacji zmiennych podstawowych oraz zmiennych uzupełniających. Taki sposób odzwierciedlenia relacji w transporcie ładunków przedstawia ich charakterystykę ilościową w sposób odpowiadający wymaganiom modelowania. Wybór konkretnych zmiennych wpływa na wymagania w zakresie zarówno technik pozyskiwania danych, jak i docelowej funkcjonalności modelu transportu ładunków, w których zostaną one wykorzystane.

Druga grupa uwarunkowań wpływa na strukturę opracowywanej metody wielokierunkowo, obejmując zarówno problematykę analizy transportu ładunków, jak i zagadnienie parametryzacji celów jego zarządzania:

1. Realizacja przedstawionych do tej pory założeń dotyczących oddziaływania na transport ładunków wymaga konsekwentnego wykorzystywania specjalistycznych metod pozyskiwania danych. Muszą one być dostosowane do podmiotowej i funkcjonalnej złożoności badanego systemu. Przeprowadzona analiza wykazała, że pomimo zaawansowania metod ilościowej analizy miejskiego transportu pasażerskiego dostępność danych dotyczących transportu ładunków jest nieporównywalnie mniejsza. Nie wykształcił się ujednolicony wzorzec prowadzenia badań w tym zakresie, dotyczący ich metodyki oraz grupy docelowej. Różnorodność gupy docelowej wiąże się z faktem występowania wielu uczestników procesów transportowych, z których żaden indywidualnie nie dysponuje wszystkimi informacjami niezbędnymi do ich kompleksowego scharakteryzowania. Wobec tych zastrzeżeń wybór modelu musi być poprzedzony stworzeniem systemu pozyskiwania i przetwarzania danych. Możliwość spełnienia tych wymagań może się

finalnie stać jednym z ważniejszych kryteriów wpływających na wybór konkretnego modelu.

2. Na poziomie lokalnym występuje niedostateczny poziom systemowej wiedzy o funkcjonowaniu transportu ładunków w miastach, co dotyczy głównie jego oddziaływania na otoczenie oraz związanych z tym problemów. Powoduje to z kolei nieumiejętność określenia zapotrzebowania na dane charakteryzujące ten rodzaj przewozów. Jednocześnie dane pierwotne, tradycyjnie gromadzone w związku z planowaniem miejskiego systemu transportowego jako całości, nie znajdują zastosowania nawet w podstawowej analizie transportu ładunków.
3. Heterogeniczna struktura organizacyjna i podmiotowa transportu ładunków sprawia, że problemem staje się wybór podstawowej zmiennej będącej podstawą jego modelowania. Może być to zarówno masa towaru, dostawa, jak i przemieszczenie pojazdu towarowego. Każda z nich determinuje odmienne wymagania dotyczące systemu pozyskiwania danych, co skutkuje osiągnięciem odmiennego poziomu szczegółowości w odwzorowaniu badanego zjawiska. Jest to sytuacja odmienna niż w przypadku transportu pasażerskiego, w którym standardowym wyborem jest modelowanie podróży.
4. Wybór konkretnej zmiennej modelowanej oraz wdrożenie powiązanego z nią systemu gromadzenia danych ograniczają w praktyce możliwości równoczesnego pozyskiwania danych innego rodzaju. Wynika to z konieczności stosowania metod pozyskiwania informacji dotyczących konkretnego elementu procesu transportu ładunków. Metody te najczęściej koncentrują się na wybranym rodzaju danych i cechują się ograniczonym potencjałem w pozostałych zastosowaniach.
5. W Polsce ograniczenia dotyczące zaangażowania samorządów lokalnych w analizę funkcjonowania transportu ładunków wyrażają się mocniej niż w porównywalnych ośrodkach europejskich. Jest to spowodowane m.in. ogólnie mniejszym rozpowszechnieniem narzędzi analitycznych służących planowaniu miejskiego systemu transportowego. Dotyczy to przede wszystkim miejskich modeli transportowych, koncentrujących się na transporcie osób. Problematyka transportu ładunków nie utrwaliła się w świadomości decydentów na tyle, aby zostały zainicjowane działania podobne jak w przypadku transportu pasażerskiego.
6. Oddziaływanie na transport ładunków stawia przed decydentami wyzwanie w postaci konieczności wyboru celów przyszłych działań w tym obszarze. W praktyce wymaga to uwzględnienia ich zróżnicowanego wpływu na poszczególne grupy uczestników procesów transportowych i system transportowy jako całość. Konieczne jest również wyodrębnienie miarodajnych wskaźników ilościowych, opisujących w czytelny sposób obszary funkcjonalne w transporcie ładunków w miastach. Jest to niezbędne dla określenia ewentualnych celów ilościowych planowanych działań, ale przede wszystkim determinuje możliwość stosowania odpowiednich metod modelowania.
7. Poszukując sposobów parametryzacji celów zarządzania transportem ładunków, należy unikać nadmiernego rozbudowywania zestawu stosowanych wskaźników, co może być skutkiem niedostatecznej wiedzy na temat struktury procesów transportowych i zachowawczego podejścia decydentów obawiających się ograniczenia szczegółowości prowadzonej analizy. W konsekwencji wybór modelu adekwatnego do rzeczywistych potrzeb samorządu może być utrudniony, modele charakteryzują się bowiem ściśle określoną funkcjonalnością, determinowaną strukturą danych wejściowych oraz zastosowanym aparatem matematycznym.

8. Aby procedura wyboru modelu transportu ładunków była kompletna z punktu widzenia wymagań decydentów, wymaga również uwzględnienia oceny dostępnych narzędzi usprawniających z uwagi na ich wymagania analityczne, wyrażające się przede wszystkim w postaci zapotrzebowania na dane wejściowe, ich podstawowe źródło oraz sposób przedstawienia oczekiwanych rezultatów. Model transportu ładunków będzie bowiem wykorzystywany do oceny konkretnych działań, służących realizacji celów miejskiej polityki transportowej.
9. Wybór modelu transportu ładunków z uwzględnieniem wymagań analitycznych narzędzi usprawniających powinien zakładać stosowanie rozwiązań złożonych. Wynika to z faktu, że proste rozwiązania samodzielne stają się najczęściej podstawą działań o większym poziomie złożoności. Pozwalają one na dogłębniesze odniesienie się do zidentyfikowanych problemów, jednak kosztem wyższych wymagań analitycznych. Decydując o wyborze modelu transportu ładunków, należy uwzględnić taką sytuację, dobierając odpowiednio modelowaną zmienną podstawową wraz z potencjalnymi zmiennymi uzupełniającymi, pozwalającymi na późniejsze zwiększenie funkcjonalności modelu.

W trzecim ze wskazanych obszarów uwarunkowań należy uwzględnić zagadnienia decydujące o możliwości adaptacji doświadczeń dotyczących modelowania innych rodzajów przewozów oraz oceny dostępności metod wspomagających samorząd w wyborze modelu transportu ładunków:

1. W odniesieniu do transportu ładunków w miastach występuje bardzo ograniczona możliwość wykorzystania zarówno metodyki stosowanej w modelach transportu ładunków o zasięgu krajowym, jak i standardowego podejścia znajdującego zastosowanie w modelowaniu miejskich przewozów pasażerskich. Modele krajowe wykorzystują całkowicie odmienny zakres danych wejściowych, opartych na podejściu zagregowanym i matematycznym opisie relacji pomiędzy popytem na towary a parametrami społeczno-ekonomicznymi. Prognozowanie nie uwzględnia więc wpływu poszczególnych uczestników procesów transportowych. Modele tego rodzaju są używane głównie przy podejmowaniu strategicznych decyzji infrastrukturalnych na podstawie przewidywanych strumieni przewożonych ładunków, wyrażonych w postaci masy lub wartości pieniężnej. Tymczasem rozwiązania usprawniające w transporcie ładunków, będące potencjalnie przedmiotem zainteresowania samorządów, dotyczą najczęściej oddziaływania na uczestników procesów transportowych oraz przewidywania skutków takich działań. Niezbędne jest więc podejście zdezagregowane, uwzględniające oddolne czynniki kształtujące strukturę transportu ładunków.
2. Mimo coraz częstszego podejmowania w miastach działań zmierzających do poprawy efektywności transportu ładunków nie prowadzono tej pory badań nad metodami wspomagającymi samorząd lokalny w wyborze odpowiedniego modelu transportu ładunków. Dostępnych jest wiele metod wspomagania decyzji stosowanych w odniesieniu do różnych aspektów miejskiego systemu transportowego, nie odpowiadają one jednak wymaganiom doboru metod modelowania transportu ładunków. Podstawowym ograniczeniem jest występujące w nich dążenie do wszechstronnej poziomej integracji uczestników procesu decyzyjnego i uwzględnienia czynników warunkujących ich wpływ na analizowany problem. Brakuje natomiast kompleksowej pionowej integracji problemowej, skoncentrowanej na uwarunkowaniach wykorzystania modeli transportu ładunków przez samorząd lokalny.

Wnioski wynikające z przeprowadzonych badań dotyczących charakterystyki transportu ładunków w miastach oraz możliwości wyboru metod jego modelowania przez samorząd lokalny pozwoliły na sformułowanie **głównego celu** prezentowanej monografii:

Celem monografii jest opracowanie metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków, uwzględniającej wymagania dotyczące zarządzania transportem ładunków w miastach oraz operacyjne uwarunkowania wdrażania modeli przez samorząd lokalny.

Zgodnie ze *Słownikiem języka polskiego* [1] metoda definiowana jest jako świadomie stosowany sposób postępowania mający prowadzić do osiągnięcia zamierzonego celu. Można również przywołać definicję metody jako określonego, powtarzalnego i wymuszonego sposobu, schematu lub wzoru postępowania świadomie skierowanego na realizację pewnego celu poprzez dobór środków odpowiednich do tego celu [2]. Celem stosowania opracowanej metody jest sformułowanie rekomendacji wskazujących model transportu ładunków optymalnie odpowiadający zarówno wymaganiom konkretnego samorządu lokalnego, jak i jego możliwościom implementacji takiego rozwiązania. Wobec tego, aby wszechstronnie odnieść się do poszczególnych aspektów zidentyfikowanej luki badawczej, przyjęto następujące **cele szczegółowe**:

1. Analiza podmiotowej i organizacyjnej struktury transportu ładunków w miastach z punktu widzenia jej wpływu na uwarunkowania stosowania modeli przez samorząd. Uzyskane wyniki pozwolą na wskazanie zagadnień mających podstawowe znaczenie dla poprawnego modelowania badanego zjawiska i w konsekwencji, będących kryteriami jego wyboru przez docelowego użytkownika.
2. Analiza wpływu celów zarządzania transportem ładunków w miastach na wymagania dla modeli transportowych. Ocena relacji pomiędzy tym dwoma obszarami umożliwi merytoryczną weryfikację funkcjonalności zapewnianej przez modele w odniesieniu do rzeczywistych potrzeb samorządów.
3. Identyfikacja czynników determinujących konieczność stosowania specjalistycznych modeli transportu ładunków jako narzędzi uzupełniających dostępne dla samorządów miejskie modele transportowe. Na podstawie rezultatów badań, o których mowa jest w dwóch poprzednich punktach, możliwe będzie określenie, w jakim stopniu klasyczne miejskie modele transportowe odpowiadają wyzwaniom wynikającym z zarządzania transportem ładunków w miastach.
4. Analiza zasadności przeprowadzenia przez samorząd procedury wyboru modelu transportu ładunków w miastach z wykorzystaniem metod wspomagania decyzji opracowanych dla zróżnicowanych problemów decyzyjnych w obszarze transportu.

Celom szczegółowym towarzyszą **założenia dodatkowe**, służące właściwemu odzworowaniu szczegółowych uwarunkowań badanego problemu:

1. Metoda powinna uwzględniać jednoznacznie sparametryzowane cele zarządzania transportem ładunków w miastach, wyrażone za pomocą wskaźników ilościowych. Pozwoli to na łatwiejsze odniesienie celów do problematyki wykorzystania modeli transportu ładunków, zwłaszcza w zakresie relacji pomiędzy stosowaną zmienną modelowaną a zasadami pozyskiwania danych.
2. Do prawidłowego uwzględnienia wymogów samorządów w zakresie kształtowania transportu ładunków niezbędna jest identyfikacja wymagań analitycznych dostępnych narzędzi usprawniających. Obejmują one dane niezbędne do zaplanowania i oceny rezultatów podejmowanych działań. Wymagania analityczne powinny zostać wyrażone za pomocą tego samego zbioru kryteriów ilościowych co w przypadku parametryzacji

celów zarządzania miejskim transportem ładunków. Zapewni to logiczne powiązanie tych komplementarnych zagadnień. W analizie wymagań analitycznych należy uwzględnić problematykę organizacyjnego i podmiotowego zróżnicowania transportu ładunków. Wpływają one na dobór odpowiednich wskaźników i determinują możliwość pozyskania stosownych danych

3. Metoda powinna umożliwiać kompleksowe rozpatrzenie problematyki wykorzystania danych niezbędnych do wdrożenia modeli. Konieczne jest systemowe odniesienie się do tej kwestii, w zakresie oceny dostępności danych oraz metod i obszarów ich pozyskiwania w zależności od modelowanej zmiennej stosowanej w konkretnym modelu. Niezbędne jest również uwzględnienie możliwości integracji tych zagadnień z istniejącym systemem analizy miejskiego systemu transportowego, zwłaszcza w kontekście aktualnej sytuacji w miastach w Polsce. Analiza tych problemów, w połączeniu ze znajomością struktury modeli transportu ładunków, ma umożliwić sformułowanie ostatecznych rekomendacji z uwzględnieniem nie tylko wymagań, ale również potencjału samorządu lokalnego.

5.2. Opis metody

Układ opracowanej metody wynika z przyjętych wcześniej celu głównego oraz celów szczegółowych odpowiadających zidentyfikowanej luce badawczej. Struktura metody integruje funkcjonalnie poszczególne zagadnienia będące przedmiotem wcześniejszej analizy, na podstawie której sformułowano uwarunkowania wyboru modelu transportu ładunków przez samorząd. Nadano jej układ hierarchiczny w celu zapewnienia uwzględnienia wszystkich zagadnień związanych ze stosowaniem modeli transportowych jako narzędzia służącego realizacji celów podmiotów odpowiedzialnych za kształtowanie systemu transportu ładunków. Celem było ograniczenie fragmentarycznego podejścia do analizowanego problemu, czego konsekwencją może być pominięcie istotnych czynników decydujących o możliwości wykorzystania konkretnego modelu przez samorząd. Trudność w holistycznym spojrzeniu na wybór modelu transportu ładunków przy jednoczesnym zachowaniu czytelności stosowanej w tym celu metody jest jednym z najważniejszych czynników utrudniających prowadzenie badań nad tym zagadnieniem.

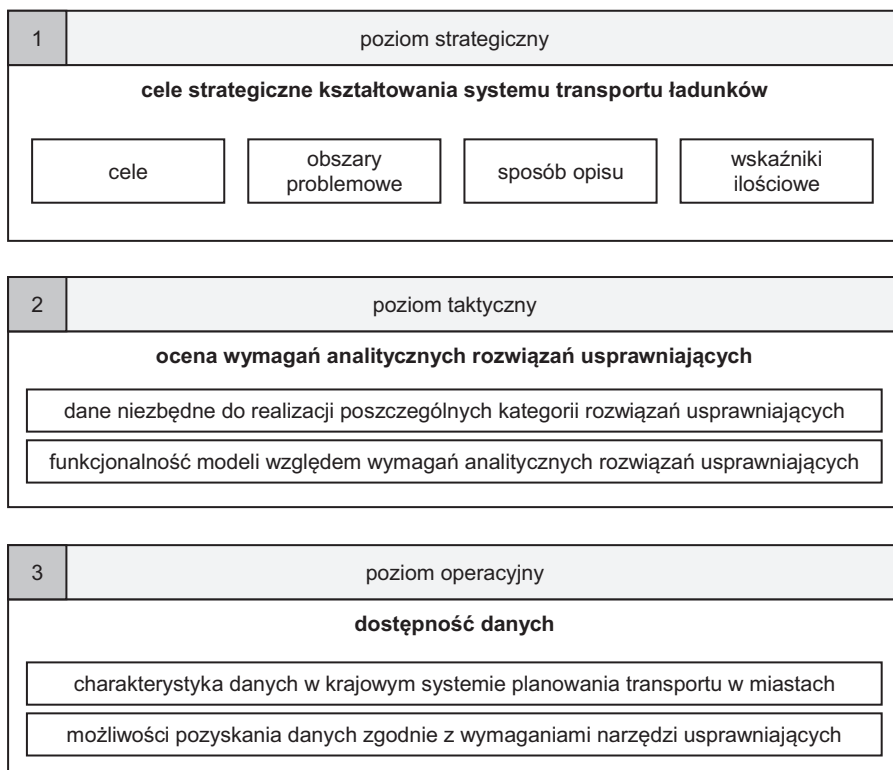
Dążąc do uwzględnienia najważniejszych obszarów determinujących specyfikę wykorzystania modeli transportu ładunków w miastach, w prezentowanej metodzie wyodrębniono trzy poziomy zapewniające kompleksową ocenę funkcjonalności modeli będących przedmiotem analizy decydentów:

1. Poziom strategiczny, służący weryfikacji nadrzędnych celów kształtowania systemu transportu ładunków. Jego podstawowym założeniem jest zidentyfikowanie wskaźników ilościowych, za pomocą których można wyrazić cele odpowiadające poszczególnym obszarom problemowym. Umiejętność zastosowania spójnego sposobu wyrażenia celów oddziaływania na transport ładunków jest niezbędna do wyboru modelu na podstawie jego podstawowej zmiennej modelowanej oraz możliwości i ograniczeń związanych z jej stosowaniem.
2. Poziom taktyczny, na którym przeprowadzona zostanie ocena wymagań analitycznych dostępnych rozwiązań usprawniających w odniesieniu do sparametryzowanych wcześniej celów strategicznych oraz ich weryfikacja w stosunku do funkcjonalności rozpatrywanych modeli. Celem tego rozwiązania jest uwzględnienie w prezentowanej metodzie

kolejnego zagadnienia, które nie było do tej pory przedmiotem badań, czyli uwarunkowań stosowania modeli transportowych podczas wdrażania rozwiązań usprawniających. Dzięki identyfikacji ich wymagań analitycznych możliwe stało się powiązanie tego poziomu opracowanej metody z wcześniej wyodrębnionymi wskaźnikami ilościowymi realizacji celów strategicznych.

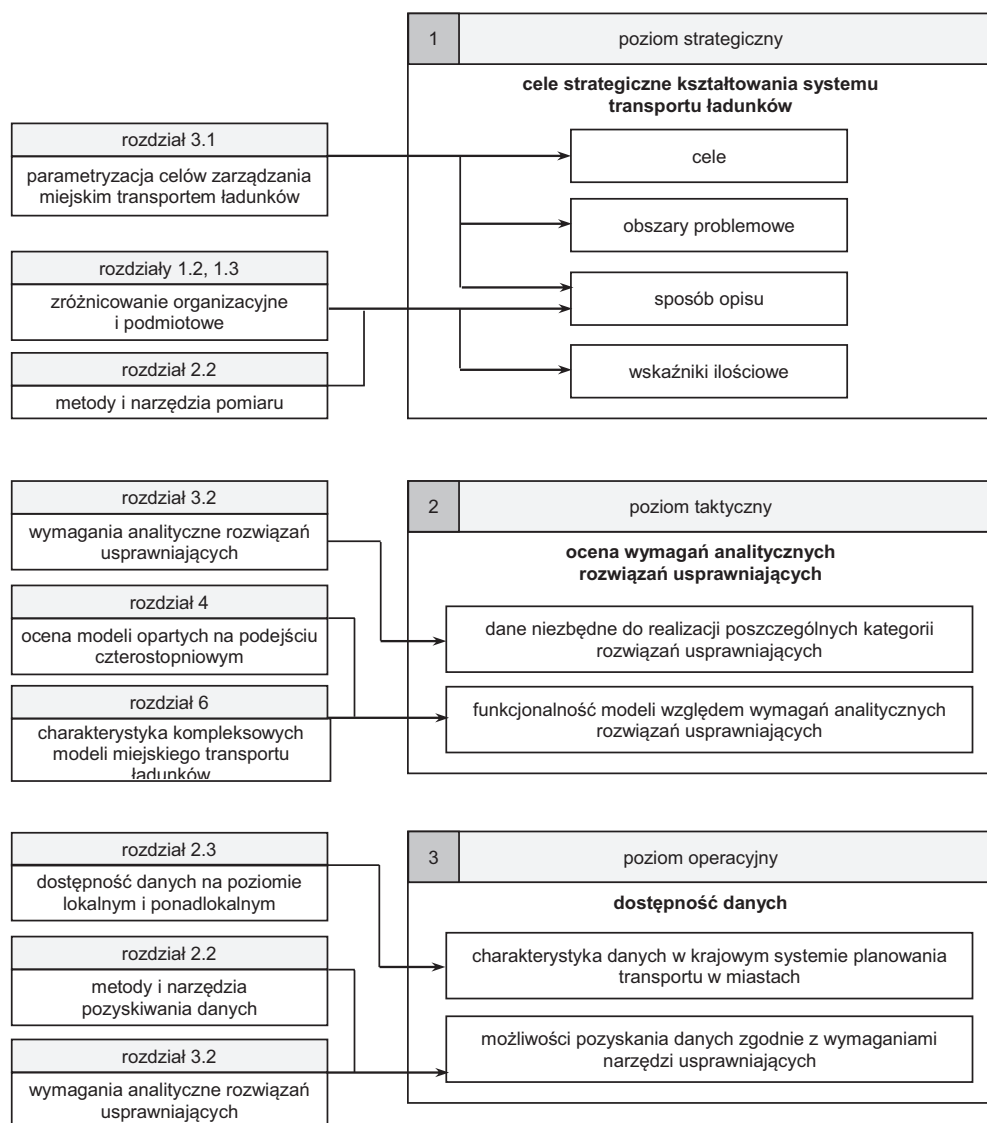
3. Poziom operacyjny, pozwalający na zweryfikowanie dostępności danych o funkcjonowaniu transportu ładunków oraz możliwości ich pozyskania. Związek z dwoma poprzednimi etapami metody zapewnia odniesienie zapotrzebowania na dane do wymagań analitycznych narzędzi usprawniających, których stosowanie wynika z celów zarządzania transportem ładunków. Po raz kolejny wykorzystano więc element ilościowy jako czynnik zarówno integrujący poszczególne płaszczyzny opracowanej metody, jak i pozwalający na bezpośrednią ocenę wymagań modeli transportu ładunków.

Hierarchiczną strukturę opracowanej metody przedstawia rys. 5.1.



Rys. 5.1. Struktura metody wspierającej wybór modelu transportu ładunków przez samorząd miejski

Założenie pionowej funkcjonalnej integracji wszystkich aspektów problematyki wyboru modelu transportu ładunków znalazło odzwierciedlenie w badaniach poprzedzających opracowanie założeń prezentowanej metody. Rozwinięcie jej struktury w relacji do poszczególnych elementów przeprowadzonej analizy przedstawia rys. 5.2.



Rys. 5.2. Struktura opracowanej metody z uwzględnieniem poszczególnych obszarów przeprowadzonej analizy

Prezentowana metoda ma charakter jakościowy. Pozwala na wszechstronne porównanie parametrów modeli funkcjonalnych będących przedmiotem zainteresowania decydenta przy wykorzystaniu kryteriów przedstawionych na rys. 5.2, które zostaną szczegółowo omówione w dalszej części pracy. Część z nich dotyczy zagadnień o charakterze ilościowym, stanowiąc oś integrującą poszczególne obszary proponowanego rozwiązania. Pozwala to na połączenie problematyki transportu ładunków jako przedmiotu zainteresowania samorządów lokalnych z technicznymi uwarunkowaniami jego modelowania, wpływającymi na potencjalną użyteczność wybranych modeli dla decydentów.

W obecnej sytuacji nie ma możliwości przeprowadzenia ilościowej analizy porównawczej wybranych modeli w konkretnych zastosowaniach. Jak wykazała wcześniejsza analiza, na poziomie lokalnym brakuje podstawowych danych o funkcjonowaniu transportu ładunków, które pozwalałyby na symulację ich funkcjonalności. Procedura wykorzystania opracowanej metody obejmuje następujące kroki:

1. Analiza systemu zarządzania transportem ładunków w mieście, w którym ma być zastosowana procedura wyboru modelu.
2. Utworzenie zbioru decyzyjnego w postaci modeli preferowanych przez decydentów oraz przedstawienie ich charakterystyki odpowiadającej najważniejszym elementom stosowanej metody.
3. Przeprowadzenie jakościowej oceny rozpatrywanych modeli z zastosowaniem wyodrębnionych kryteriów oraz przedstawienie wniosków dotyczących każdego poziomu analizy.
4. Opracowanie ostatecznych wniosków oraz rekomendacji dotyczących wykorzystania analizowanych modeli, ze wskazaniem modelu w największym stopniu odpowiadającego wymaganiom decydentów. Dodatkowo, przedstawienie działań niezbędnych do jego ewentualnego wdrożenia w praktyce.

Ponieważ metoda jest przeznaczona dla samorządów lokalnych odpowiedzialnych za zarządzanie transportem ładunków w miastach, jej zastosowanie wymaga przeprowadzenia wstępnej analizy tego systemu w mieście będącym docelowym obszarem jej zastosowania. Dotyczy to między innymi następujących zagadnień, częściowo zawierających się w ramach pierwszego, strategicznego poziomu metody:

- cele strategiczne miasta w odniesieniu do zarządzania systemem transportowym;
- sposób wyodrębnienia transportu ładunków w strukturze celów strategicznych;
- doświadczenia w realizowaniu przez miasta działań dotyczących transportu ładunków, które determinują ich rodzaj, złożoność oraz kolejność realizacji;
- dostępność rozwiązań analitycznych, np. standardowych modeli transportowych wykorzystywanych w planowaniu miejskiego systemu transportowego, które mogą determinować wymagania w zakresie ewentualnej integracji z modelami transportu ładunków.

Problematykę dostępności modeli służących do planowania miejskiego systemu transportowego należy potraktować jako istotny element poprzedzający zastosowanie prezentowanej metody. Może ona bowiem posłużyć nie tylko do wyboru specjalistycznego modelu transportu ładunków, ale również do weryfikacji przydatności innych modeli w wybranych zastosowaniach dotyczących tego rodzaju transportu. Nie należy oczekiwać osiągnięcia przez nie poziomu funkcjonalności porównywalnego z modelami specjalistycznymi, jednak w uzasadnionych przypadkach mogą stanowić dla nich alternatywę.

Na każdym poziomie opracowanej metody wykorzystano szczegółowe kryteria służące weryfikacji modeli transportu ładunków. W warstwie strategicznej cele przedstawiono w postaci wskaźników ilościowych, pozwalających na praktyczne wyrażenie oczekiwań decydentów w zakresie zmiany poszczególnych parametrów systemu transportu ładunków. Łączą one również problematykę planowania strategicznego z operacyjnymi zagadnieniami wykorzystania modeli transportu ładunków, ułatwiając identyfikację podstawowej zmiennej stosowanej w modelu.

Aby poprawnie zdefiniować wskaźniki ilościowe, zastosowano podejście polegające na stopniowym zwiększaniu szczegółowości analizy. Punktem wyjścia było

zidentyfikowanie podstawowych celów strategicznych zarządzania transportem ładunków, do których zaliczono:

- zwiększenie efektywności ekonomicznej;
- wzrost efektywności operacyjnej działalności transportowej;
- ochronę środowiska;
- rozwój infrastruktury oraz zarządzanie jej wykorzystaniem;
- poprawę spójności przestrzennej miasta;
- poprawę bezpieczeństwa drogowego.

W ramach każdego celu wyodrębniono następnie obszary problemowe, w których zachodzą określone interakcje pomiędzy elementami systemu transportu ładunków, wpływające na realizację danego celu. Odpowiadają one najważniejszym aspektom wybranych celów. Dzięki takiemu rozwinięciu zagadnień o charakterze strategicznym możliwe stało się określenie sposobów, za pomocą których można najlepiej przedstawić procesy zachodzące w poszczególnych obszarach problemowych. Zawierają one opisową charakterystykę procesów najlepiej odzwierciedlających specyfikę danego obszaru. Im z kolei przypisano szczegółowe wskaźniki ilościowe, pozwalające na jednoznaczne określenie parametrów wpływających na realizację określonego celu. Przedstawia to tabela 5.1.

Na płaszczyźnie taktycznej metoda koncentruje się na weryfikacji wymagań analitycznych rozwiązań usprawniających, mogących służyć realizacji celów uwzględnionych w warstwie strategicznej. Wymagania analityczne, zgodnie z wynikami analizy przeprowadzonej w rozdziale 3, dotyczą danych niezbędnych do wdrożenia i oceny każdego rozwiązania. Wskazują one jednocześnie, jakie parametry powinien uwzględniać model transportu ładunków zastosowany do ich weryfikacji. Celem takiego podejścia jest bezpośrednie powiązanie wykorzystanych wcześniej wskaźników ilościowych z wymaganiami analitycznymi rozwiązań usprawniających i odniesienie ich do możliwości zapewnianych przez rozpatrywane modele.

Wymagania analityczne narzędzi usprawniających określono, uwzględniając ich podział na trzy podstawowe kategorie, czyli: optymalizujące ruch pojazdów towarowych, redukujące zapotrzebowanie na przewozy oraz wprowadzające nowe rozwiązania technologiczne. Każdej z nich przyporządkowano dane niezbędne do oceny *ex ante*, stosując ich podział na podstawowe, najczęściej wspólne dla wszystkich kategorii w określonym zakresie, oraz uzupełniające, czyli uwzględniające operacyjne i technologiczne zróżnicowanie poszczególnych kategorii. Dane przypisane każdej kategorii rozwiązań usprawniających odpowiadają wyodrębnionym wcześniej wskaźnikom ilościowym służącym ocenie rezultatów w obszarach problemowych, będących uszczegółowieniem celów strategicznych. W ten sposób, przy zastosowaniu wspólnego mianownika w postaci wskaźników ilościowych, możliwe będzie połączenie poziomu strategicznego z taktycznym wraz z oceną funkcjonalności rozpatrywanych modeli w odniesieniu do wymagań narzędzi usprawniających. Rysunek 5.3 prezentuje zestawienie danych niezbędnych do oceny *ex ante* wyodrębnionych kategorii rozwiązań usprawniających.

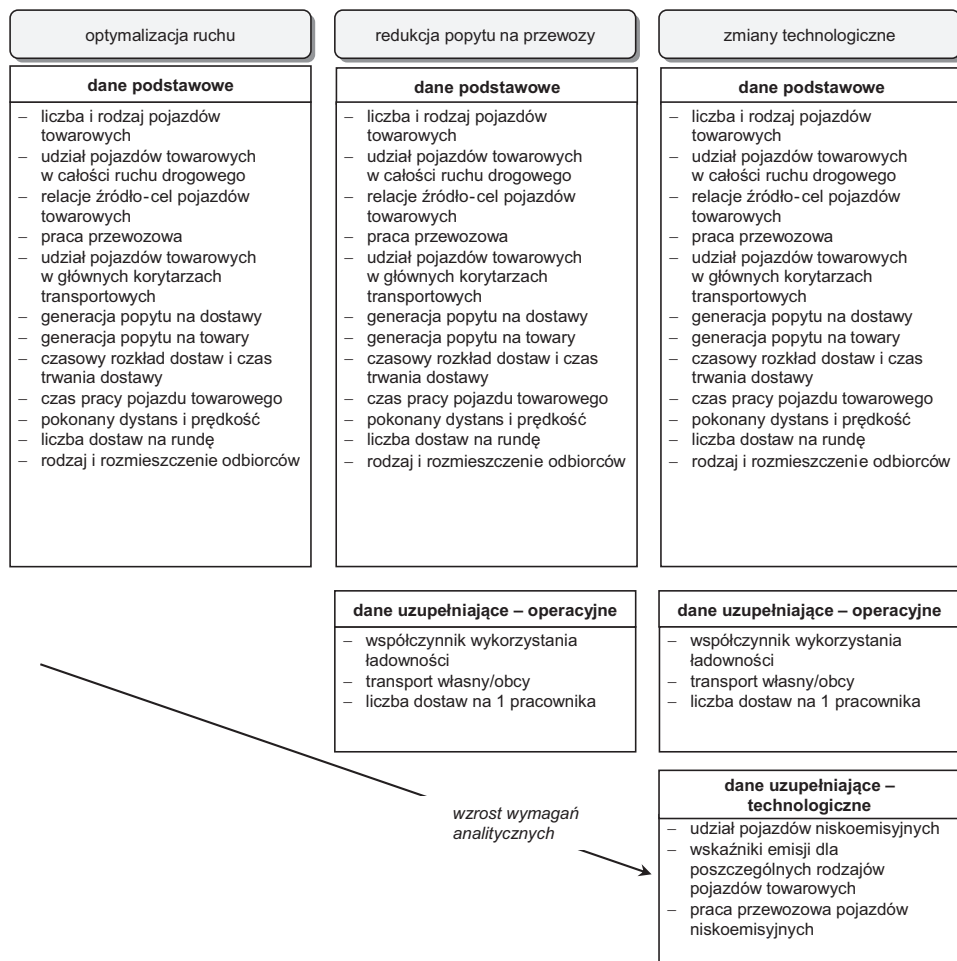
Tabela 5.1

Zestawienie wskaźników ilościowych służących wyrażeniu celów strategicznych zarządzania transportem ładunków w miastach

Cele	Obszary problemowe	Sposób opisu	Wskaźniki ilościowe
Efektywność ekonomiczna	dostępność transportowa do poszczególnych rodzajów aktywności gospodarczej oraz ograniczenie utrudnień dla pozostałych użytkowników systemu	całkowity czas jazdy	– przeciętna prędkość pojazdów towarowych w obszarze zurbanizowanym
	zrozumienie charakteru zależności pomiędzy popytem i podażą na towary i usługi transportowe	generacja popytu na towary oraz powiązaniego z nim popytu na przewozy	– współczynnik generacji popytu na towary w zależności od rodzaju działalności gospodarczej – współczynnik generacji popytu na przewozy
Efektywność operacyjna	optymalizacja pokonanego dystansu i czasu trwania usługi transportowej	całkowity dystans	– odległość pokonana podczas realizacji dostaw (np. dziennie).
		efektywny czas pracy pojazdów towarowych	– całkowity czas pracy pomniejszony o czas jazdy do i powrotu z obsługiwanego rejonu – czas realizacji pojedynczej dostawy
		organizacja dostaw	– liczba dostaw na rundę pojazdu – liczba dostaw bezpośrednich – liczba dostaw na 1 pracownika
	sprawność operacyjna na systemie dostaw	intensywność wykorzystania taboru	– praca przewozowa – liczba i struktura rodzajowa pojazdów towarowych w analizowanym obszarze – współczynnik wykorzystania ładowności – czasowy (dobowy) rozkład ruchu pojazdów towarowych – liczba i rodzaj pojazdów niezbędne do obsługi odbiorców w danym rejonie
Poprawa bezpieczeństwa drogowego	dostosowanie charakterystyki eksploatacyjnej taboru do obsługi obszarów zurbanizowanych	struktura rodzajowa pojazdów towarowych	– liczba pojazdów w poszczególnych kategoriach rodzajowych – udział pojazdów towarowych w ruchu drogowym
	ograniczenie ryzyka dla pozostałych użytkowników ruchu drogowego	częstość zdarzeń z udziałem pojazdów towarowych	– liczba zdarzeń drogowych – liczba osób poszkodowanych – charakterystyka grup poszkodowanych (np. piesi, rowerzyści)

cd. tab. 5.1

Ochrona środowiska	ograniczenie zanieczyszczenia powietrza i hałasu	charakterystyka eksploatacyjna pojazdów towarowych	– udział pojazdów niskoemisyjnych w strukturze taboru – udział pracy przewozowej pojazdów niskoemisyjnych w całkowitej pracy przewozowej w analizowanym obszarze – wskaźniki emisji zanieczyszczeń dla poszczególnych kategorii pojazdów towarowych
Aktywne zarządzanie infrastrukturą	identyfikacja zapotrzebowania na infrastrukturę transportu drogowego	elementy infrastruktury transportowej wykorzystywane na potrzeby obsługi ruchu towarowego	– liczba wyznaczonych miejsc dostaw – liczba ogólnodostępnych miejsc postojowych – współczynnik rotacji w miejscach dostaw – udział dostaw wykonywanych z naruszeniem przepisów – liczba obowiązujących regulacji odnośnie do ruchu pojazdów towarowych – wielkość obszaru miasta objętego regulacjami
	prognozowanie wielkości i struktury ruchu	czynniki wpływające na wielkość ruchu w związku z przewozami towarów	– nakłady inwestycyjne/odtworzeniowe na infrastrukturę wykorzystywaną w transporcie towarów – wpływ pojazdów towarowych na strukturę ruchu (np. straty czasu związane z postojem na jezdni) – udział ruchu towarowego w głównych korytarzach transportowych – relacje źródło–cel przemieszczeń pojazdów towarowych
Zwiększenie spójności przestrzennej miasta	weryfikacja wpływu scenariuszy rozwoju przestrzennego miasta na wielkość popytu na przewozy towarów	określenie wpływu zmian intensywności oraz rozmieszczenia aktywności gospodarczej na przewozy towarów	– współczynniki generacji popytu na towary lub dostawy w zależności od rodzaju działalności gospodarczej – zależność między popytem na towary a popytem na przewozy w zależności od formy zagospodarowania przestrzennego – wielkość pracy przewozowej w transporcie towarowym w odniesieniu do scenariuszy koncentracji/dekoncentracji działalności generatorów ruchu towarowego



Rys. 5.3. Dane niezbędne do oceny wyodrębnionych kategorii rozwiązań usprawniających

Ostatnim elementem opracowanej metody jest warstwa operacyjna. Za jej pomocą ocenia się dostępność danych niezbędnych do wdrożenia rozpatrywanych modeli, zgodnie z zasadami mierzalności, spójności i adekwatności. Uwzględnienie dostępności danych może być czynnikiem decydującym o wdrożeniu konkretnego modelu, nawet jeżeli spełniałby on w dostatecznym stopniu wymagania decydentów w zakresie realizacji celów miejskiej polityki transportowej oraz przewidzianych w tym celu rozwiązań. Na podstawie wniosków z rozdziału 2 dla każdego rozpatrywanego modelu transportu ładunków przedmiotem analizy przyjęto:

- rodzaj zmiennej wykorzystywanej w modelu;
- podstawowy sposób pozyskiwania danych;
- możliwość pozyskania danych ze źródeł pierwotnych, dostępnych dla poziomu lokalnym;
- przykłady i ocena przydatności ewentualnych badań prowadzonych w polskich miastach, zbliżonych metodycznie do wymagań analizowanych modeli.

W powiązaniu z wymienionymi elementami odrębnej ocenie poddano zagadnienie możliwości integracji rozpatrywanych modeli ze standardowymi metodami pozyskiwania informacji o funkcjonowaniu miejskiego systemu transportowego. Ma to na celu poszukiwanie potencjalnych obszarów, w których możliwe byłoby włączenie transportu ładunków do badań regularnie prowadzonych przez miasto, w celu ograniczenia nakładów organizacyjnych i finansowych po stronie samorządu. Kryteria zastosowane w ocenie tego zagadnienia to:

- konieczność koordynacji czasowej z badaniami innych rodzajów przewozów w mieście;
- możliwość jednoczesnego prowadzenia badań za pomocą tych samych narzędzi co w przypadku innych rodzajów przewozów;
- możliwość adaptacji danych zewnętrznych (inne miasta w Polsce lub za granicą);
- możliwość stosowania uproszczonej metodyki badań w celu pozyskania podstawowych informacji o transporcie ładunków lub realizacji prostych rozwiązań organizacyjnych bądź regulacyjnych;
- konieczność regularnego aktualizowania danych wykorzystywanych w analizowanych modelach, które może wpływać na możliwość ich włączenia w regularne badania miejskiego systemu transportowego.

Rozdział 6

Weryfikacja metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny

6.1. Zasady wyboru miasta będącego podmiotem analizy

Opracowana metoda została poddana weryfikacji poprzez jej wykorzystanie do analizy funkcjonalności modeli transportu ładunków w odniesieniu do sytuacji w wybranym mieście. Odpowiada to przyjętej procedurze jej stosowania, w której pierwszy etap stanowi ocena systemu zarządzania transportem ładunków w docelowym obszarze wykorzystania. Wymaga to więc ustalenia kryteriów wyboru miasta, którego będzie dotyczyła weryfikacja metody.

Celem analizy systemu zarządzania transportem ładunków jest ustalenie, jakie ma być przeznaczenie modelu transportu ładunków. Dotyczy to przede wszystkim strategicznych celów zarządzania tym rodzajem przewozów, ich roli w systemie miejskiej polityki transportowej oraz zamierzeń samorządu odnośnie do realizacji działań usprawniających. Wymienione elementy kształtują wymagania wobec modelu oraz determinują możliwości jego stosowania.

Nie ma możliwości jednoznacznego określenia, w jakich miastach uzasadnione jest stosowanie modeli transportu ładunków, a tym samym wykorzystanie opracowanej metody. Wynika to z ich zróżnicowania przestrzennego i funkcjonalnego oraz odmiennej struktury systemów transportowych. Zestawienie miast, w których do tej pory wykorzystywano modele, również nie przynosi jednoznacznego rozwiązania. Natomiast miarodajnym kryterium nie jest przyjęcie jako punktu odniesienia liczby ludności, nie zawiera ona bowiem informacji o parametrach strukturalnych miasta.

W tej sytuacji, poszukując miasta będącego podmiotem dalszej analizy, należy się odwołać do zagadnień dotyczących zarządzania miejskim systemem transportowym. Konieczność jego efektywnego planowania jest wyzwaniem stojącym przed miastami o dużej dynamice procesów społeczno-gospodarczych, pełniących nadrzędną rolę wobec otoczenia ze względu na koncentrację przede wszystkim usług, produkcji i funkcji administracyjnych. Miasta pełniące tę rolę są jako pierwsze postawione przed koniecznością sformułowania założeń miejskiej polityki transportowej ukierunkowanej na efektywne wykorzystanie posiadanego potencjału ekonomicznego, społecznego oraz infrastrukturalnego.

Wpływa to na uwarunkowania stosowania modeli transportu ładunków, ich wprowadzenie bazuje bowiem najczęściej na wcześniejszych doświadczeniach w planowaniu systemu transportowego z wykorzystaniem coraz bardziej zaawansowanych miejskich modeli transportowych. Ich stosowanie zwiększa zaufanie do narzędzi analitycznych dostępnych dla samorządów, będąc jednocześnie wyrazem aktywnego podejścia do zarządzania transportem. Stanowi to dobry punkt wyjścia do decyzji o weryfikacji możliwości wykorzystania modeli transportu ładunków jako dodatkowego narzędzia wspomagającego decydentów.

Mimo wyraźnych różnic metodycznych pomiędzy modelami transportu ładunków a miejskimi modelami transportu zbiorowego oraz indywidualnego ich wdrożenie wymaga bardzo podobnych działań, dlatego podkreślono znaczenie posiadania doświadczenia w tej dziedzinie. Wobec tego wybór miasta, dla którego przeprowadzona zostanie weryfikacja

modelu, powinien uwzględniać jego aktualne możliwości w zakresie modelowania miejskiego systemu transportowego. Poza uwzględnieniem potencjału technicznego oraz organizacyjnego samorządu w kwestii planowania transportu będzie to miało również bezpośredni wpływ na perspektywy ewentualnej integracji stosowanych modeli. Zagadnienie to zostało uwzględnione również w opracowanej metodzie, w postaci oceny możliwości równoległego pozyskiwania danych na potrzeby modelowania transportu ładunków oraz transportu pasażerskiego przeprowadzonej na płaszczyźnie operacyjnej.

Stosowanie nowoczesnych rozwiązań wspomagających planowanie transportu wynika z prowadzonej przez miasto polityki transportowej. Wyższym wymaganiom stawianym wobec efektywności systemu transportowego oraz jego elastyczności w dostosowywaniu się do dynamicznych zmian w otoczeniu towarzyszy najczęściej zgoda na konieczność stosowania narzędzi usprawniających proces jego planowania. W tych warunkach łatwiej o decyzję o wprowadzeniu nowych rozwiązań w tej dziedzinie.

Formułowanie celów rozwoju miejskiego systemu transportowego jest coraz częściej podporządkowane zasadom zrównoważonej mobilności. Odnosi się to jednak najczęściej do zagadnień związanych z przemieszczaniem osób przy wykorzystaniu różnych rodzajów transportu. Transport ładunków w miastach pozostaje na marginesie zainteresowania decydentów, co przejawia się niemal zupełnym brakiem odniesień do jego problematyki w miejskich dokumentach strategicznych [134]. Dotyczy to zarówno sytuacji w Polsce, jak i w większości miast europejskich, co świadczy o systemowym charakterze tego zagadnienia.

Jednym z pierwszych miast w Polsce, które uwzględniło transport ładunków jako integralny system zrównoważonego planowania transportu, jest Gdynia [134, 248]. W 2016 roku Rada Miasta przyjęła Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej na lata 2016–2025, opracowany w ramach projektu CIVITAS DYN@MO. Jednym z czterech celów strategicznych Planu jest rozwój efektywnego i zrównoważonego transportu ładunków o zasięgu miejskim, przy wykorzystaniu nowoczesnych technologii i rozwiązań organizacyjnych. W kontekście przyjętych w prezentowanej metodzie zasad wyodrębniania celów przedmiotem dalszych rozważań będą efektywność transportu ładunków w miastach (cel 1) oraz zapewnienie jego zrównoważonego rozwoju (cel 2).

Wyrazem praktycznego podejścia miasta do realizacji Planu było przystąpienie do projektu dotyczącego analizy możliwości wprowadzenia wyznaczonych miejsc dostaw w śródmieściu. Rozpoczęty w 2016 roku projekt Freight TAILS URBACT zakończył się wprowadzeniem 29 miejsc dostaw w lokalizacjach wybranych na podstawie badań struktury dostaw do odbiorców komercyjnych, przeprowadzonych zgodnie z metodyką przedstawioną w rozdziale 2. Było to drugie w kraju, po Szczecinie, badanie ukierunkowane na analizę funkcjonowania transportu ładunków w śródmieściu. Wprowadzenie miejsc dostaw jest jednocześnie pierwszym (poza ograniczeniami wagowymi dla pojazdów towarowych) praktycznym przykładem aktywności polskiego miasta w tym obszarze. Ocenie poddano również wpływ wprowadzenia miejsc dostaw na możliwość redukcji emisji zanieczyszczeń w transporcie w rezultacie zwiększenia płynności ruchu w obszarze śródmieścia Gdyni [249]. Analizę przeprowadzono z wykorzystaniem trójpoziomowego miejskiego modelu transportowego, wdrożonego równoległe z opracowaniem Planu Zrównoważonej Mobilności Miejskiej [250].

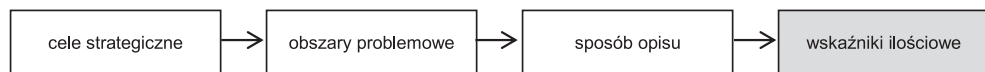
Przedstawione uwarunkowania spowodowały, że Gdynia została wybrana jako miasto, dla którego przeprowadzona zostanie weryfikacja metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków. Przyczyniły się do tego następujące czynniki:

- miasto jest ośrodkiem ponadregionalnym o dużym potencjale rozwojowym, koncentrującym funkcje gospodarcze i administracyjne, zwiększonym dodatkowo położeniem w obrębie aglomeracji Trójmiasta;
- transport ładunków na terenie miasta jest bezpośrednio uwzględniony w strukturze celów zarządzania systemem transportowym, co stanowi element pozytywnie wyróżniający Gdynię na tle innych miast w Polsce;
- planowanie transportu odbywa się z wykorzystaniem miejskiego modelu transportowego, którego wprowadzenie definiuje poziom zaawansowania technicznego oraz organizacyjnego, stanowiąc równocześnie punkt odniesienia dla ewentualnego stosowania specjalistycznych modeli transportu ładunków;
- miasto ma praktyczne doświadczenie w realizacji działań usprawniających transport ładunków, opartych na badaniach aktywności podmiotów komercyjnych.

6.2. Zastosowanie metody w odniesieniu do wybranego miasta i kompleksowych modeli transportowych

6.2.1. Poziom strategiczny

Zgodnie z przyjętą strukturą metody pierwszym etapem jej zastosowania jest weryfikacja nadrzędnych celów kształtowania systemu transportu ładunków w mieście będącym przedmiotem analizy. Wpływają one na dalsze wymagania stawiane modelom, determinując dobór potencjalnych narzędzi usprawniających, służących realizacji przyjętych celów. Elementem zapewniającym integrację poszczególnych poziomów opracowanej metody jest przedstawienie celów strategicznych za pomocą wskaźników ilościowych jako wynik stopniowego zwiększania szczegółowości analizy zagadnień wyjściowych. Pozwala to na powiązanie elementów strategicznych z operacyjną charakterystyką modeli transportu ładunków, wyrażającą się m.in. rodzajem modelowanej zmiennej i sposobem pozyskiwania danych. Proces definiowania wskaźników ilościowych, opisany wcześniej w założeniach metody, prezentuje rys. 6.1.



Rys. 6.1. Proces wyrażania celów strategicznych za pomocą wskaźników ilościowych

Celem zarządzania transportem ładunków w Gdyni jest zwiększenie jego efektywności zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Są to bardzo pojemne i wzajemnie przenikające się zagadnienia, jednak można je wyrazić za pomocą odpowiednio dobranych wskaźników ilościowych. Tabela 6.1 przedstawia analizę funkcjonalności wybranych modeli transportu ładunków w odniesieniu do możliwości uwzględnienia wskaźników ilościowych dotyczących efektywności operacyjnej.

W kontekście opracowanej metody ocena możliwości uwzględnienia wskaźników związanych z efektywnością operacyjną transportu ładunków dotyczy wszystkich parametrów charakteryzujących ten rodzaj transportu. Nie są to więc wskaźniki związane

jedynie z charakterystyką ruchu pojazdów towarowych, ale przede wszystkim parametry odzwierciedlające wpływ zaangażowanych podmiotów na strukturę procesów transportowych. Drugie spośród wymienionych zagadnień stanowi największe wyzwanie dla modeli transportowych.

Tabela 6.1

Możliwość uwzględnienia w modelach transportu ładunków wskaźników ilościowych odpowiadających celowi dotyczącemu efektywności operacyjnej transportu ładunków

Wskaźnik ilościowy	FRETURB	WIVER	Model transportowy w Gdyni
Odległość pokonana w czasie realizacji dostaw	możliwe określenie rozkładu podróży pomiędzy poszczególnymi rejonami transportowymi, z uwzględnieniem dostaw łączonych w rundy	możliwe określenie rozkładu podróży pomiędzy poszczególnymi rejonami transportowymi, z uwzględnieniem dostaw łączonych w rundy	możliwe określenie rozkładu podróży bezpośrednich pomiędzy poszczególnymi rejonami transportowymi, bez odwzorowania dostaw w rundach
Całkowity czas pracy pojazdu towarowego	nie może być określony bezpośrednio	nie może być określony bezpośrednio	liczony tylko w zakresie czasu przejazdu
Czas realizacji pojedynczej dostawy	pozwała na określenie sumarycznego czasu wykorzystania infrastruktury w związku z dostawami na jezdni, w miejscach postojowych itp.	nie jest stosowany jako parametr modelu	nie jest stosowany jako parametr modelu
Liczba dostaw w rundzie	podstawowy parametr modelu	podstawowy parametr modelu	nie jest stosowana jako parametr modelu
Liczba dostaw bezpośrednich	podstawowy parametr modelu	podstawowy parametr modelu	nie jest stosowana jako parametr modelu
Liczba dostaw na 1 zatrudnionego	wielkość zatrudnienia w podziale na kategorie odbiorców jest jednym z podstawowych parametrów decydujących o generacji dostaw, stanowiącej podstawę modelu	uwzględnia się generację podróży w danym rejonie, z uwzględnieniem wartości produkcji wyrażonej m.in. wielkością zatrudnienia	nie jest stosowana jako parametr modelu
Praca przewozowa	parametr możliwy do obliczenia na podstawie wygenerowanej liczby i struktury przemieszczeń pojazdów towarowych	parametr możliwy do obliczenia na podstawie wygenerowanej liczby i struktury przemieszczeń pojazdów towarowych	parametr możliwy do obliczenia na podstawie wygenerowanej liczby i struktury przemieszczeń pojazdów towarowych, z zastrzeżeniem ograniczeń metodyki ich generacji (proporcjonalnie do wielkości ruchu) i uwzględnienia tylko podróży bezpośrednich

cd. tab. 6.1

Liczba i struktura rodzajowa pojazdów towarowych	stosuje się podział na trzy rodzaje pojazdów towarowych ($\leq 3,5$ t; < 24 t; < 40 t) oraz trzy rodzaje usługi transportowej (transport własny odbiorcy, nadawcy, za pośrednictwem operatora logistycznego)	dane o liczbie i strukturze dostaw wyrażane są w odniesieniu do kategorii rodzajowej pojazdów towarowych	liczba i struktura pojazdów towarowych jest odnoszona do udziału poszczególnych kategorii pojazdów towarowych w ruchu drogowym
Współczynnik wykorzystania ładowności	parametr nie jest stosowany w modelu, jest on bowiem oparty na liczbie dostaw, nie na masie towaru	parametr nie jest stosowany w modelu, jest on bowiem oparty na liczbie dostaw, nie na masie towaru	parametr nie jest stosowany w modelu
Czasowy rozkład ruchu pojazdów towarowych	możliwe jest przedstawienie czasowego rozkładu ruchu z wykorzystaniem danych wejściowych pochodzących z badań odbiorców	parametr nie jest uwzględniany w modelu	Możliwe jest przedstawienie czasowego rozkładu ruchu z wykorzystaniem danych wejściowych pochodzących z pomiarów natężenia ruchu
Liczba i rodzaj pojazdów niezbędnych do obsługi odbiorców w danym rejonie	parametr możliwy do obliczenia z wykorzystaniem współczynnika generacji dostaw przez odbiorców oraz odpowiadających im sposobów organizacji usługi transportowej	parametr możliwy do obliczenia po zrównoważeniu wartości generacji i absorpcji podróży w poszczególnych rejonach transportowych	parametr nieuwzględniany w modelu
Udział pojazdów towarowych w ruchu drogowym	możliwe jest przedstawienie udziału pojazdów towarowych z wykorzystaniem tzw. jednostki ekwiwalentu pojazdu osobowego (PCU, <i>passenger car unit</i>)	możliwe jest przedstawienie łącznej struktury przemieszczeń pojazdów osobowych i komercyjnych z wykorzystaniem programu VISSUM	możliwe jest zestawienie udziału pojazdów towarowych dla każdego odcinka sieci transportowej z podziałem na kategorie pojazdów; nie uwzględnia to jednak ich macierzy źródło–cel i odbywa się poprzez uwzględnienie proporcji udziału pojazdów towarowych w ruchu drogowym

Jeśli przyjmie się za punkt odniesienia efektywność operacyjną, model transportu ładunków powinien uwzględniać co najmniej następujące podstawowe wskaźniki ilościowe:

- liczba dostaw przypadająca na jednego zatrudnionego w poszczególnych rodzajach działalności gospodarczej;
- sposób organizacji dostawy, czyli udział dostaw bezpośrednich i łączonych w rundy wraz z identyfikacją liczby dostaw w rundach w powiązaniu z rodzajem odbiorcy;
- liczba i rodzaj pojazdów towarowych wykorzystywanych do obsługi transportowej danego rejonu z uwzględnieniem dwóch powyższych zagadnień.

Analiza obecnie wykorzystywanego w Gdyni miejskiego modelu transportowego przy użyciu przyjętych kryteriów wykazała, że nie może on być stosowany jako narzędzie

wspomagające realizację działań miasta dotyczących poprawy efektywności operacyjnej transportu ładunków. Potwierdza to wcześniejsze założenia dotyczące możliwości wykorzystania klasycznych modeli opartych na podejściu czterostopniowym. Model gdyński uwzględnia ruch pojazdów towarowych jedynie jako pochodną struktury ruchu wszystkich pojazdów w sieci drogowej. Nie zapewnia przy tym podstawowych możliwości wzięcia pod uwagę wpływu czynników decydujących o wielkości i strukturze przewozów ładunków. Jest to cecha charakterystyczna tego rodzaju modeli, przeznaczonych do modelowania podróży pasażerskich. Wynika to bezpośrednio z zasad generowania liczby podróży pojazdów towarowych oraz uwzględniania jedynie podróży pojedynczych, bez łączenia ich w rundy. Model nie zapewnia wobec tego możliwości wzięcia pod uwagę szczegółowych parametrów dostaw, pomijając wpływ specyfiki odbiorców na zapotrzebowanie na przewozy.

W obszarze analizowanego celu strategicznego znacznie większymi możliwościami cechują się dwa specjalistyczne modele transportu ładunków. Wynika to z faktu wykorzystania w nich tej samej zmiennej, jaką jest runda dostaw. Pozwala ona przedstawić aktywność uczestników procesów transportowych w sposób najlepiej odzwierciedlający ich wewnętrzne zróżnicowanie, co stanowi podstawę wykorzystania modeli w ocenie efektywności operacyjnej transportu ładunków w mieście. Oba modele charakteryzują się porównywalnymi możliwościami dotyczącymi odwzorowania wskazanych wcześniej podstawowych wskaźników ilościowych, różnią się jednak sposobem pozyskiwania danych oraz funkcjonalnością na poziomie realizacji działań usprawniających. Uwzględniono to w kolejnym etapie analizy, pozwalającym na ich dokładniejszą weryfikację.

Drugim celem strategicznym przyjętym w Gdyni jest kształtowanie systemu transportu ładunków zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Przeprowadzona w rozdziale 3 analiza wpływu celów i narzędzi zarządzania transportem ładunków wykazała, że ten problem może dotyczyć wielu aspektów funkcjonowania miejskiego systemu transportowego oraz przejawów aktywności jego uczestników. Wobec tego uzasadniona jest ocena funkcjonalności analizowanych modeli w odniesieniu do celów dotyczących ochrony środowiska, poprawy spójności przestrzennej miasta oraz zarządzania miejską infrastrukturą transportową. Wymienione zagadnienia pojawiają się często w kontekście podejmowanych przez samorządy lokalne działań usprawniających, co uzasadnia ich uwzględnienie w strukturze metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków. Tabela 6.2 przedstawia wskaźniki ilościowe powiązane z celami dotyczącymi ochrony środowiska oraz spójności przestrzennej miasta.

Wyodrębniono pojedynczy wskaźnik dotyczący ochrony środowiska, służący ocenie udziału pojazdów niskoemisyjnych w strukturze taboru wykorzystywanego w transporcie ładunków w miastach. Pozostałe wskaźniki znajdujące zastosowanie w analizie tego zagadnienia zawierają się w zbiorze wskaźników związanych z efektywnością operacyjną (np. praca przewoźnika).

Ze względu na podobieństwo obu celów strategicznych na poziomie podstawowych wskaźników zbliżona będzie również ocena funkcjonalności analizowanych modeli. Miejski model transportowy nie pozwala na dokładne uwzględnienie wpływu zmiany udziału pojazdów niskoemisyjnych na środowiskowe parametry transportu ładunków. Umożliwia on wprawdzie ocenę emisji zanieczyszczeń powietrza na podstawie danych o wielkości i strukturze rodzajowej ruchu pojazdów w sieci drogowej, jednak wymienione wcześniej ograniczenia funkcjonalne nie pozwalają na praktyczną analizę funkcjonowania transportu ładunków w tym zakresie. Problemem jest również odpowiednie skalibrowanie modelu za

pomocą aktualnych danych o strukturze rodzajowej pojazdów wykorzystywanych w danym mieście, co ma związek z jakością danych statystycznych w systemie ewidencji pojazdów.

Tabela 6.2

Możliwość zastosowania modeli transportu ładunków w realizacji celów strategicznych dotyczących ochrony środowiska oraz spójności przestrzennej miasta

Wskaźnik ilościowy	FRETURB	WIVER	Model transportowy w Gdyni
Ochrona środowiska			
Udział pojazdów niskoemisyjnych w strukturze taboru	możliwość dokładnej symulacji wpływu wykorzystania pojazdów niskoemisyjnych na podstawie charakterystyki usług transportowych oraz przestrzennego rozmieszczenia odbiorców	ograniczone możliwości symulacji zmian w strukturze rodzajowej pojazdów ze względu na przyjęte uproszczenia w zakresie klasyfikacji i grupowania odbiorców	model w wersji podstawowej nie uwzględnia rozróżnienia pojazdów ze względu na poziom emisji
Spójność przestrzenna miasta			
Zależność między popytem na towary a popytem na przewozy w zależności od formy zagospodarowania przestrzennego	model nie uwzględnia bezpośrednio formy zagospodarowania przestrzennego jako czynnika wpływającego na generację popytu na przewozy	model nie uwzględnia bezpośrednio formy zagospodarowania przestrzennego jako czynnika wpływającego na generację popytu na przewozy	model nie uwzględnia bezpośrednio formy zagospodarowania przestrzennego jako czynnika wpływającego na generację popytu na przewozy
Wielkość pracy przewozowej w zależności od koncentracji generatorów ruchu towarowego	możliwość uwzględnienia parametrów odzwierciedlających wielkość miasta oraz gęstość przemieszczeń związaną z odległością pomiędzy nadawcami i odbiorcami	model stosuje funkcję minimalizacji pokonanego dystansu, dotyczącą oszczędności związanych z łączeniem punktów docelowych w rundy	możliwość obliczenia pośrednio, poprzez manualny wybór rejonu transportowego z dużą koncentracją generatorów ruchu i obliczenie dla niego pracy przewozowej

Inaczej przedstawia się ocena użyteczności modeli specjalistycznych. Ze względu na bezpośrednie powiązanie charakterystyki wykonywanych przewozów (liczba dostaw i rodzaj pojazdu) ze szczegółowo wyodrębnionymi kategoriami odbiorców towarów model FRETURB pozwala na dokładną symulację zmian struktury rodzajowej pojazdów towarowych. Może to dotyczyć na przykład przekrojowej analizy obejmującej symulację zwiększenia udziału pojazdów elektrycznych we flocie pojazdów wykorzystywanych w dostawach miejskich. Możliwe jest jednocześnie przeprowadzenie takiej analizy na poziomie wybranej kategorii odbiorców (np. handlu detalicznego czy usług), jak również dla dowolnie wybranego obszaru miasta. FRETURB jako jedyny model kompleksowy zawiera zintegrowany moduł służący ocenie środowiskowych parametrów transportu ładunków.

Natomiast model WIVER, ze względu na pewne uproszczenia metodyczne związane z grupowaniem podmiotów gospodarczych w związku z dzienną liczbą dostaw, cechuje się mniejszymi możliwościami szczegółowego symulowania wpływu zmian w strukturze rodzajowej pojazdów. Znajduje on zastosowanie w analizach na poziomie całego miasta lub rejonu transportowego, nie pozwala jednak na szczegółowe analizy w obrębie poszczególnych

kategorii odbiorców. Mimo to zapewnia funkcjonalność znacznie większą niż standardowy miejski model transportowy stosowany w Gdyni.

Żaden z modeli nie pozwala na bezpośrednią ocenę zależności między popytem na przewozy a rodzajem zagospodarowania przestrzennego. Generacja popytu na przewozy odbywa się na poziomie szczegółowym z uwzględnieniem klasyfikacji odbiorców (FRETURB) lub nadawców (WIVER). Możliwe jest natomiast sklasyfikowanie rejonów transportowych zgodnie z charakterystyką prowadzonej w nich działalności i zestawienie ich z uwzględnieniem wielkości oraz struktury generowanych i absorbowanych rund dostaw. Oba modele specjalistyczne pozwalają na opracowanie rozkładu rund dostaw pomiędzy rejonami transportowymi w zależności od koncentracji odbiorców oraz odległości między rejonami. Natomiast model miejski jest w tym zakresie ograniczony metodyką stosowaną dla przewozów pasażerskich. Co prawda zapewnia możliwość powiązania wielości ruchu pojazdów towarowych z parametrami ekonomicznymi rejonów transportowych, jednak symulacje tego rodzaju cechuje bardzo ograniczona przydatność w szczegółowych analizach, niezbędnych w realizacji większości rozwiązań usprawniających, wymagających dokładnego przedstawienia modelowanych parametrów.

Zagadnieniem niezbędnym w kształtowaniu systemu transportu ładunków zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju oraz poprawy efektywności operacyjnej jest zarządzanie infrastrukturą transportową. Sposób jej wykorzystania stanowi jeden z najważniejszych elementów wykorzystywanych w ocenie potencjalnych działań usprawniających we wszystkich obszarach działań strategicznych miasta. Należy więc zweryfikować, w jakim stopniu analizowane modele transportowe pozwalają na uwzględnienie wskaźników charakteryzujących ten problem. Przedstawia to tabela 6.3.

Miejski model transportowy pozwala jedynie na bardzo ogólne odwzorowanie parametrów wykorzystania infrastruktury transportowej w związku z przewozami ładunków. Udział pojazdów towarowych jest modelowany jako pochodna ogólnej struktury ruchu drogowego, wynikająca z przybliżonej oceny charakterystyki rejonów transportowych. Nie są natomiast uwzględniane podstawowe parametry strukturalne, takie jak relacje źródło–cel oraz sposób organizacji przewozu w powiązaniu z rodzajem odbiorcy. Wobec tego zastosowanie modelu jako narzędzia wspierającego decydentów jest ograniczone jedynie do charakterystyki ruchu drogowego z uwzględnieniem przybliżonej liczby pojazdów towarowych.

Natomiast modele FRETURB i WIVER pozwalają na dokładne określenie wpływu transportu ładunków na wykorzystanie miejskiej infrastruktury drogowej. Uwzględniane są przemieszczenia pojazdów towarowych w postaci ekwiwalentu pojazdów osobowych (FRETURB) lub ich modelowanie z wykorzystaniem macierzy źródło–cel, zintegrowane z pozostałymi rodzajami przemieszczeń (VISEWA). Zastosowane rozwiązania pozwalają na praktyczne włączenie transportu ładunków do systemu zarządzania miejską infrastrukturą transportową.

Tabela 6.3

Ocena możliwości zastosowania modeli transportowych w analizie wykorzystania miejskiej infrastruktury transportowej w związku z przewozami ładunków

Wskaźnik ilościowy	FRETURB	WIVER	Model transportowy w Gdyni
Wpływ pojazdów towarowych na strukturę ruchu, np. straty czasu związane z postojem pojazdów towarowych na jezdni w celu realizacji dostawy	możliwość uwzględnienia parametrów dostaw związanych z charakterystyką aktywności pojazdów, w tym miejsca zatrzymania w celu zrealizowania dostawy	brak bezpośredniej możliwości uwzględnienia szczegółowych parametrów ruchu pojazdów towarowych, takich jak miejsce i czas trwania dostawy	możliwość zasilenia modelu dodatkowymi danymi pozwalającymi na uwzględnienie wybranych parametrów, np. miejsca zatrzymania w celu zrealizowania dostawy; jednak ich wykorzystanie będzie ograniczone brakiem powiązania z charakterystyką odbiorcy oraz sposobem organizacji przewozu
Udział ruchu towarowego w głównych korytarzach transportowych	możliwość przedstawienia struktury przemieszczeń pojazdów osobowych i towarowych z wykorzystaniem ekwiwalentu pojazdów osobowych	możliwość przedstawienia łącznej struktury przemieszczeń pojazdów osobowych i komercyjnych z wykorzystaniem programu VISSUM	możliwość zestawienia udziału pojazdów towarowych dla każdego odcinka sieci transportowej z podziałem na kategorie pojazdów; będzie to jednak oparte jedynie na uogólnionej formule przedstawiającej udział pojazdów towarowych jako pochodną łącznej wielkości ruchu
Relacje źródło–cel pojazdów towarowych	możliwość wygenerowania macierzy źródło–cel pojazdów towarowych w postaci dostaw w rundach	możliwość wygenerowania macierzy źródło–cel pojazdów towarowych w postaci dostaw w rundach; macierze mogą być wykorzystane w programie VISSUM w połączeniu z macierzami przemieszczeń indywidualnych	w obecnie stosowanej formie relacje źródło–cel są pochodną ogólnej struktury ruchu drogowego; model pozwala na wygenerowanie uproszczonej macierzy źródło–cel pojazdów towarowych, bez dostaw w rundach

Podsumowanie aplikacji opracowanej metody na poziomie strategicznym w odniesieniu do celów zarządzania transportem ładunków w Gdyni przedstawia tabela 6.4.

Wnioski z zastosowania opracowanej metody w odniesieniu do użyteczności wybranych modeli transportowych jako narzędzia wspierającego realizację celów strategicznych przyjętych w Gdyni wskazują, że posiadany miejski model transportowy, mimo wysokiej kompleksowości, nie może być wykorzystywany w modelowaniu transportu ładunków przy zachowaniu niezbędnego poziomu szczegółowości. Specjalistyczne modele transportu ładunków cechują się natomiast zbliżoną funkcjonalnością w analizowanym obszarze. Wskazuje to na konieczność przeprowadzenia dalszej weryfikacji ich parametrów zgodnie

z założeniami opracowanej metody. Jej przedmiotem jest ocena ich funkcjonalności w odniesieniu do narzędzi usprawniających oraz zapotrzebowania na dane.

Tabela 6.4

Podsumowanie zastosowania opracowanej metody w zakresie celów strategicznych zarządzania transportem ładunków w Gdyni

Cel strategiczny	FRETURB	WIVER	Model transportowy w Gdyni
Efektywność operacyjna transportu ładunków	porównywalna funkcjonalność w odniesieniu do podstawowych zmiennych ilościowych w tej kategorii (liczba dostaw, sposób organizacji dostawy, rodzaj pojazdów towarowych); wynika to z przyjętej podstawowej modelowanej zmiennej, czyli rund dostaw; modele różnią się sposobem pozyskiwania danych oraz funkcjonalnością w zakresie działań usprawniających, co wymaga ich oceny na poziomie taktycznym i operacyjnym opracowanej metody		model nie może być wykorzystywany jako narzędzie wspomagające samorząd w działaniach w tym obszarze, nie zapewnia on bowiem możliwości uwzględnienia podstawowych czynników wpływających na wielkość i strukturę przewozów ładunków
Ochrona środowiska oraz przestrzenna spójność miasta	uwzględnienie liczby dostaw w odniesieniu do pojedynczych odbiorców oraz rodzaju wykorzystywanych pojazdów pozwala na prowadzenie szczegółowych analiz dotyczących wpływu transportu ładunków na środowisko; funkcjonalność modelu nie uwzględnia stosowania parametrów odzwierciedlających parametry przestrzenne miasta	z uwagi na grupowanie odbiorców pod względem liczby dostaw na poziomie rejonów transportowych model cechuje się funkcjonalnością ograniczoną do analiz na poziomie ogólnym, bez uwzględnienia specyfiki branżowej odbiorców; funkcjonalność modelu nie uwzględnia stosowania parametrów odzwierciedlających parametry przestrzenne miasta	brak możliwości uwzględnienia czynników warunkujących wielkość i strukturę przewozów ładunków nie pozwala na bezpośrednie wykorzystanie modelu w realizacji celów uwzględniających parametry środowiskowe i przestrzenne
Optymalne wykorzystanie miejskiej infrastruktury transportowej	możliwość oceny wykorzystania infrastruktury drogowej poprzez wyrażenie przemieszczeń pojazdów towarowych w postaci PCU (<i>passenger car unit</i>), czyli ekwiwalentu pojazdu osobowego	możliwość oceny wykorzystania infrastruktury drogowej poprzez przeniesienie macierzy źródło–cel do programu VISSUM, gdzie stanowią uzupełnienie macierzy dla pojazdów osobowych i transportu zbiorowego	model nie znajduje zastosowania w tym obszarze ze względu na brak uwzględnienia parametrów determinujących wielkość i strukturę przemieszczeń pojazdów towarowych, a tym samym ich wpływ na wykorzystanie infrastruktury transportowej

6.2.2. Poziom taktyczny

Kolejny etap weryfikacji opracowanej metody stanowi ocena funkcjonalności wybranych modeli względem praktycznych działań usprawniających realizowanych lub przewidzianych do realizacji przez miasto.

Opierając się na założeniach przyjętego w 2016 roku Planu Zrównoważonej Mobilności Miejskiej, w roku 2018 na wybranych ulicach śródmieścia Gdyni wprowadzono system wyznaczonych miejsc wyładunkowych dla pojazdów towarowych. Zgodnie z przyjętą w rozdziale 3 klasyfikacją narzędzi usprawniających rozwiązanie to zalicza się do kategorii działań służących optymalizacji ruchu pojazdów towarowych, stanowiących punkt wyjścia do bardziej złożonych metod, ukierunkowanych na oddziaływanie na popyt na przewozy ładunków, uzupełnionych ewentualnie o wprowadzenie nowych rozwiązań technologicznych. Należy przyjąć, że przyszłe działania miasta będą dotyczyły również rozwiązań o charakterze regulacyjnym, co pozwala na określenie wymagań dla modeli transportowych.

Wewnętrzną spójność poziomów strategicznego oraz taktycznego opracowanej metody zapewnia wyrażenie wymagań analitycznych poszczególnych kategorii rozwiązań usprawniających za pomocą tych samych wskaźników ilościowych, które zastosowano wcześniej do opisu celów strategicznych. Zestawienie wskaźników ilościowych dla poszczególnych kategorii rozwiązań usprawniających przedstawia rys. 6.2.

Przyjęte podejście pozwala na zachowanie ciągłości analizy, wprowadzając jednolity punkt odniesienia dla zagadnień związanych z różnymi płaszczyznami realizacji miejskiej polityki transportowej, determinujących wymagania dotyczące stosowania modeli transportu ładunków. Zdefiniowano zmienne podstawowe, uzupełniające oraz technologiczne, co odpowiada wzrostowi wymagań analitycznych coraz bardziej złożonych narzędzi służących usprawnieniu transportu ładunków. Wszystkie kategorie dzielą ten sam zbiór zmiennych podstawowych, jednak decydujące znaczenie dla oceny funkcjonalności mają zmienne uzupełniające i technologiczne, odzwierciedlające specyfikę konkretnych rozwiązań.

Rozwiązaniem wykorzystanym do weryfikacji rozpatrywanych modeli transportowych jest wprowadzenie wyznaczonych miejsc dostaw. Mimo podstawowego poziomu złożoności organizacyjnej i technicznej modelowanie jego wpływu na miejski system transportowy wymaga wielu szczegółowych informacji. Podstawowe wymagane dane to:

- generacja popytu na dostawy dla wyodrębnionych kategorii odbiorców;
- rodzaj i rozmieszczenie odbiorców w obszarze wdrożenia rozwiązania;
- rodzaj pojazdów towarowych wykorzystywanych w dostawach;
- przeciętny czas trwania dostawy;
- czasowy rozkład dostaw w ciągu dnia.

Znając przedstawioną wcześniej strukturę kompleksowych modeli transportu ładunków oraz rodzaj wykorzystywanej w nich podstawowej zmiennej, można przeprowadzić ocenę ich funkcjonalności w modelowaniu poszczególnych kategorii rozwiązań usprawniających.

Tabela 6.5 zawiera przekrojowe zestawienie wszystkich wskaźników ilościowych determinujących wymagania analityczne narzędzi usprawniających, ze wskazaniem tych, które są niezbędne do ewentualnego modelowania wyznaczonych miejsc dostaw jako rozwiązania przykładowego. Funkcjonalność modeli oceniono za pomocą czterostopniowej skali, w której najwyższa ocena oznacza pełną możliwość odwzorowania danego parametru w modelu.

Odnosząc uzyskane wyniki analizy do sytuacji w badanym mieście, po raz kolejny można stwierdzić, że najmniejszymi możliwościami cechuje się miejski model transportowy. Na poziomie taktycznym jeszcze wyraźniej niż na poziomie strategicznym uwidaczniają się jego ograniczenia wynikające ze struktury determinującej sposób uwzględnienia przemieszczeń pojazdów towarowych. W analizach systemu transportowego na poziomie

strategicznym model miejski zapewniał pewną ograniczoną możliwość modelowania liczby pojazdów towarowych w odniesieniu do ogólnej struktury ruchu. Jednak takie podejście jest bezużyteczne w przypadku szczegółowej analizy czynników wpływających na strukturę transportu ładunków, niezbędnej podczas realizacji różnego rodzaju działań usprawniających, zwłaszcza dotyczących redukcji popytu na przewozy. W przypadku modelowania wyznaczonych miejsc dostaw model miejski nie pozwala na uwzględnienie żadnego z podstawowych parametrów służących generacji liczby przemieszczeń pojazdów towarowych, takich jak liczba dostaw w poszczególnych kategoriach odbiorców czy powiązany z tym rodzaj wykorzystywanych pojazdów towarowych. Przeprowadzono jednak eksperyment służący ocenie możliwości modyfikacji modelu do potrzeb analizy transportu ładunków. Polegał on na wprowadzeniu danych o rozmieszczeniu miejsc dostaw do modelu mezoskopowego, będącego jednym z elementów trójpoziomowego miejskiego modelu transportowego w Gdyni. Celem była ocena możliwości ograniczenia poziomu emisji zanieczyszczeń w transporcie drogowym w związku ze zmniejszeniem utrudnień w ruchu powodowanych przez pojazdy towarowe realizujące dostawy z zatrzymaniem na jezdni [249]. Mimo uzyskania zadowalających rezultatów rozszerzenie możliwości modelu mezoskopowego osiągnięto jedynie w bardzo ograniczonym zakresie, dalekim od substytucji specjalistycznych modeli transportu ładunków.

Przyjęcie hierarchicznej struktury prezentowanej metody w celu zapewnienia kompleksowej analizy użyteczności rozpatrywanych modeli w odniesieniu do potrzeb samorządu lokalnego znalazło potwierdzenie szczególnie w przypadku dwóch modeli specjalistycznych. Na poziomie strategicznym metody wykazały one zbliżone możliwości, co nie pozwoliło na jednoznaczne wskazanie modelu o większym potencjale dla użytkownika. Różnica między tymi modelami stała się widoczniejsza po odniesieniu ich do wymagań analitycznych poszczególnych kategorii działań usprawniających z uwzględnieniem rozwiązania wprowadzonego w Gdyni.

Modele FRETURB i WIVER cechują się porównywalnymi możliwościami w stosunku do wymagań narzędzi służących optymalizacji ruchu pojazdów towarowych. Wynika to z przyjęcia dostawy w rundach jako zmiennej podstawowej. Wobec tego możliwe jest dokładne przedstawienie związanych z tym parametrów, takich jak struktura rodzajowa pojazdów towarowych oraz ich relacje źródło–cel czy wykonana praca przewozowa. Jest to jedno z najważniejszych zagadnień determinujących możliwość poprawnego modelowania transportu ładunków w miastach.

Natomiast różnice między tymi modelami wynikają ze sposobu pozyskiwania danych, a więc zagadnienia będącego przedmiotem dalszej analizy na poziomie operacyjnym przedstawionej metody. Wykorzystanie danych pochodzących od odbiorców w modelu FRETURB pozwala na dokładniejszy opis parametrów pojedynczej dostawy niż w modelu WIVER, opartym na badaniach zachowań użytkowników pojazdów komercyjnych. Wobec tego pierwszy z modeli może znaleźć szersze zastosowanie w realizowanych przez samorządy działaniach na poziomie lokalnym, wymagających dokładnego rozpoznania przyczyn problemów wynikających z aktualnej organizacji dostaw oraz weryfikacji skutków rozpatrywanych usprawnień. Z punktu widzenia lokalnych decydentów ważnym zagadnieniem jest możliwość określenia wpływu pojazdów towarowych na strukturę ruchu. W tym przypadku oba modele zostały wyposażone w możliwości przedstawione już w części dotyczącej zagadnień strategicznych związanych z optymalnym wykorzystaniem miejskiej infrastruktury transportowej.

Tabela 6.5

Ocena możliwości wykorzystania modeli w odniesieniu do wymagań analitycznych narzędzi usprawniających transport ładunków w obszarach zurbanizowanych

Kategoria narzędzi	Zmienna	FRETURB	WIVER	Miejski model transportowy w Gdyni
Optymalizacja ruchu pojazdów towarowych	liczba i struktura rodzajowa pojazdów towarowych	★★★	★★★	★
	udział pojazdów towarowych w ruchu drogowym	★★★	★★★	★★
	relacje źródło–cel pojazdów towarowych	★★★	★★★	—
	praca przewozowa pojazdów towarowych	★★★	★★★	★
	udział pojazdów towarowych w ruchu w głównych korytarzach transportowych	★★★	★★★	★★
	generacja popytu na dostawy	★★★	★★★	—
	generacja popytu na towary	—	—	—
	czasowy rozkład dostaw	★★★	★	—
	rodzaj odbiorców	★★★	★★	—
	rozmieszczenie odbiorców	★★★	★	—
	liczba dostaw bezpośrednich	★★★	★★★	—
	liczba dostaw na rundę	★★★	★★★	—
	czas trwania dostaw	★★★	—	—
	dystans pokonany przez pojazdy towarowe	★★★	★★★	★
	czas pracy pojazdu towarowego	—	—	★
	średnia prędkość pojazdów towarowych	—	—	★★★
	wpływ pojazdów towarowych na strukturę ruchu	★★★	★★★	★ (niezbędne dodatkowe dane)
Redukcja popytu na przewozy	współczynnik wykorzystania ładowności	—	—	—
	transport własny/obcy	★★★	—	—
	liczba dostaw na 1 pracownika	★★★	★★	—
Zmiany technologiczne	udział pojazdów niskoemisyjnych w strukturze taboru	★★★	★	—
	praca przewozowa pojazdów niskoemisyjnych	★★★	★	—
	wskaźnik emisji dla poszczególnych kategorii pojazdów towarowych	★★★	—	—
Skala oceny		(—) – brak możliwości zastosowania (★) – podstawowe możliwości (★★) – ograniczona funkcjonalność (★★★) – pełna funkcjonalność		zmienne niezbędne do modelowania wpływu wyznaczonych miejsc dostaw

Występujące pomiędzy modelami różnice w sposobie realizacji badań służących parametryzacji modelowanej zmiennej wpływają na ich zróżnicowaną użyteczność dla samorządów w kwestii możliwości wsparcia działań związanych z ograniczeniem popytu na przewozy. Model WIVER nie uwzględnia sposobu organizacji dostawy w podziale na

transport własny i obcy, co ogranicza jego zastosowanie w tym obszarze. Również zasady uwzględnienia liczby dostaw na jednego pracownika zakładają ograniczenia w szczególności przedstawienia tego parametru w ujęciu przestrzennym, pozwalając na prowadzenie analiz jedynie na poziomie rejonów transportowych, nie zaś lokalizacji poszczególnych odbiorców, tak jak w modelu FRETURB.

Porównanie obu modeli jako narzędzi o potencjalnym zastosowaniu podczas planowania działań dotyczących zmian technologicznych także wskazuje na większą przydatność modelu francuskiego. Na podstawie bardzo szczegółowych danych wejściowych dotyczących odbiorców oraz sposobu organizacji dostawy pozwala on na dokładniejsze modelowanie zmian technologicznych, polegających np. na wykorzystaniu pojazdów niskoemisyjnych. Struktura modelu umożliwia prowadzenie analiz dotyczących np. wybranych kategorii użytkowników wraz ze specyfiką wykorzystania przez nich pojazdów towarowych. Model FRETURB jako jedyny posiada również wyodrębniony moduł służący analizie środowiskowej.

Podsumowanie wyników weryfikacji opracowanej metody z punktu widzenia wymagań dotyczących realizacji działań usprawniających przedstawia tabela 6.6.

Tabela 6.6

Wyniki weryfikacji opracowanej metody w odniesieniu do wymagań analitycznych narzędzi usprawniających

Kategoria narzędzi usprawniających	FRETURB	WIVER	Model transportowy w Gdyni
Optimalizacja ruchu pojazdów towarowych	zbliżony poziom użyteczności w odniesieniu do podstawowych parametrów charakteryzujących transport ładunków w miastach, jakim jest dostawa oraz rodzaj wykorzystywanego pojazdu towarowego; model FRETURB umożliwia analizy na większym poziomie szczegółowości ze względu na pozyskiwanie danych przede wszystkim od odbiorców, a nie przewoźników; model uwzględnia bardzo dokładną charakterystykę czasową i przestrzenną dostaw, co pozwala na wykorzystanie go podczas realizacji działań dotyczących wybranych ulic czy poszczególnych obszarów miasta		ze względu na budowę modelu brak możliwości dla decydentów uwzględnienia czynników wpływających na generację ruchu pojazdów towarowych w stopniu odpowiadającym złożoności procesów transportu ładunków
Redukcja popytu na przewozy	możliwość pełnego odwzorowania czynników wpływających na wielkość popytu na przewozy oraz sposób organizacji dostawy, co pozwala użytkownikowi na analizę wpływu złożonych działań usprawniających, warunkujących zachowania uczestników procesów transportowych	ograniczona użyteczność modelu w tej kategorii z uwagi na brak uwzględnienia sposobu organizacji dostaw w podziale na transport własny i obcy, co stanowi jedno z najważniejszych zagadnień rozpatrywanych w kontekście ograniczenia zapotrzebowania na przewozy	brak możliwości zastosowania modelu

Zmiany technologiczne	model wyposażony w specjalistyczny moduł służący analizie efektów środowiskowych przewozów ładunków; jego funkcjonowanie opiera się na szczegółowych danych wejściowych dotyczących wielkości popytu na dostawy oraz sposobu ich realizacji	możliwość ogólnych symulacji wpływu zmian struktury rodzajowej pojazdów towarowych na poziom emisji zanieczyszczeń; poziom szczegółowości ograniczony strukturą danych wejściowych	brak możliwości zastosowania modelu
-----------------------	---	--	-------------------------------------

Dzięki wykorzystaniu na poziomie taktycznym wskaźników ilościowych wynikających z wcześniejszej parametryzacji celów strategicznych możliwa była kompleksowa weryfikacja wybranych modeli transportowych. Uwzględniono w niej lokalne uwarunkowania występujące w mieście będącym przedmiotem analizy, związane z realizowanymi tam działaniami usprawniającymi. Opracowana metoda potwierdziła swoją skuteczność, zapewniając możliwość systematycznego zwiększania szczegółowości prowadzonej analizy.

Uzyskane wnioski wskazują, że miejski model transportowy nie odpowiada założonym oczekiwaniom samorządu lokalnego w zakresie wsparcia realizacji działań usprawniających. Największe możliwości w tej kategorii zapewnia model FRETURB. Model VIVER, mimo wykorzystania tej samej zmiennej, w odmienny sposób wyraża związek liczby dostaw z charakterystyką rodzajową i przestrzenną odbiorców, co rzutuje na jego ocenę w pozostałych kategoriach zastosowań.

6.2.3. Poziom operacyjny

Założenia prezentowanej metody uwzględniają to, że ocena modeli na poziomie strategicznym i taktycznym może jedynie częściowo odzwierciedlać uwarunkowania ich wykorzystania przez samorząd. Dotyczy to braku odniesienia do operacyjnych i technicznych wymagań ich potencjalnej implementacji. Rozpatrywanie funkcjonalności modeli w oderwaniu od czynników determinujących ich zastosowanie w praktyce systemu zarządzania transportem w mieście podważałoby użyteczność opracowanej metody. Wobec tego jej ostatnim elementem jest poziom operacyjny, obejmujący analizę zapotrzebowania modeli na dane oraz możliwości ich pozyskania w ramach istniejącego systemu gromadzenia informacji dotyczących planowania miejskiego systemu transportowego. Uzyskane wnioski pozwolą stwierdzić, jakie są rzeczywiste możliwości wykorzystania modeli transportu ładunków przez samorząd, określając zakres niezbędnych badań przygotowawczych. Tabela 6.7 zawiera zestawienie danych niezbędnych do wdrożenia analizowanych modeli transportowych oraz możliwości ich pozyskania.

Miejski model transportowy można wykluczyć z dalszej analizy na podstawie wniosków dotyczących możliwości jego wykorzystania w realizacji działań usprawniających i celów zarządzania transportem ładunków w mieście. Mimo podporządkowania mu systemowi pozyskiwania danych o funkcjonowaniu miejskiego systemu transportowego model nie zapewnia podstawowej funkcjonalności w wymienionych obszarach.

Natomiast modele FRETURB i WIVER zawdzięczają swoje możliwości podejściu oddolnemu, co oznacza wykorzystanie danych zgromadzonych przy użyciu metodyki opracowanej specjalnie w tym celu. Oznacza to jednocześnie, że zarówno w podejściu francuskim, jak i niemieckim dostępne wcześniej zbiory danych uznano za niewystarczające

do opracowania modelu właściwie odwzorowującego złożoność procesów transportowych w miastach.

Tabela 6.7

Wymagania modeli w zakresie danych wejściowych oraz możliwości ich pozyskania

Zagadnienie	FRETURB	WIVER	Miejski model transportowy w Gdyni
Zmienna	dostawa	dostawa	przemieszczenia pojazdów towarowych modelowane jako pochodna ogólnej struktury ruchu
Sposób pozyskiwania danych	badania ankietowe wśród odbiorców towarów uzupełnione o wywiady z kierowcami pojazdów towarowych oraz badania ankietowe operatorów logistycznych	krajowe badania aktywności pojazdów towarowych prowadzone wśród podmiotów wykorzystujących je w działalności komercyjnej	badania ankietowe pasażerów transportu zbiorowego i pomiar natężenia ruchu drogowego
Możliwość pozyskania danych ze źródeł pierwotnych w miastach w Polsce	nie są prowadzone specjalne badania charakterystyki dostaw w obszarach zurbanizowanych	dane o aktywności pojazdów towarowych wykorzystywanych komercyjnie nie są dostępne, zarówno na poziomie krajowym, jak i lokalnym	nie są prowadzone specjalne badania charakterystyki transportu ładunków w obszarach zurbanizowanych, co wyklucza możliwość zasilenia modelu danymi zewnętrznymi
Przykłady badań zbliżonych metodycznie do wymagań modelu <i>(dla modelu gdyńskiego - przykłady badań potencjalnie podnoszących dokładność modelowania transportu ładunków)</i>	badania struktury dostaw w Szczecinie (2015) oraz Gdyni (2017), częściowo odpowiadające ankietowym badaniom struktury dostaw wśród odbiorców towarów	próby ograniczonych wywiadów telefonicznych z podmiotami posiadającymi pojazdy towarowe w czasie badań KBR (np. w Gdańsku w 2009), bez praktycznego zastosowania	próby ograniczonych wywiadów telefonicznych z podmiotami posiadającymi pojazdy towarowe w czasie badań KBR (np. w Gdańsku w 2009), bez praktycznego zastosowania

Stwierdzenie to wskazuje, że ewentualne wprowadzenie modelu transportu ładunków w Polsce musi zostać poprzedzone stworzeniem odrębnego systemu pozyskiwania danych. Żadne z ich pierwotnych źródeł, wykorzystywanych obecnie w planowaniu transportu w miastach, nie znajduje zastosowania w analizie miejskiego transportu ładunków ze względu na całkowicie odmienne przeznaczenie zbieranych informacji, podporządkowanych zarządzaniu transportem zbiorowym oraz indywidualnym. Prowadzone były co prawda badania struktury dostaw, bazujące metodycznie na podejściu francuskim (Szczecin i Gdynia), miały one jednak charakter ograniczony do wybranych obszarów obu miast i nie

zapewniały kompleksowych informacji o strukturze popytu na dostawy. Nie uwzględniono w nich również badań wykonawców usług transportowych.

Wprowadzenie do opracowanej metody poziomu operacyjnego pozwoliło więc zidentyfikować podstawowe warunki niezbędne do określenia, który ze specjalistycznych modeli transportu ładunków cechuje się większym potencjałem aplikacyjnym z uwzględnieniem wyników uzyskanych na dwóch poprzednich poziomach analizy. Poziom operacyjny pozwala nie tylko ocenić wymagania w zakresie dostępności odpowiednich danych, ale także zweryfikować możliwości integracji metod ich pozyskiwania w ramach istniejącego systemu planowania transportu.

Mimo wykorzystania tej samej zmiennej w modelach FRETURB i WIVER zastosowano odmienne podejście do jej opisu ilościowego. Wpływa to sposób pozyskiwania danych przez samorząd jako głównego ich użytkownika. Bez względu na ostateczne rekomendacje odnośnie do wyboru konkretnego modelu niezbędne będą daleko idące zmiany w dotychczasowych zasadach pozyskiwania informacji o transporcie. W tym celu należy poszukiwać rozwiązania systemowego, możliwego do zastosowania przy racjonalnych nakładach organizacyjnych i finansowych. Możliwość integracji sposobów pozyskiwania danych niezbędnych do zastosowania modeli FRETURB i WIVER w ramach standardowych procedur gromadzenia informacji o funkcjonowaniu miejskiego systemu transportowego przedstawia tabela 6.8.

Tabela 6.8

Możliwość integracji wymagań modeli transportu ładunków w ramach standardowych metod pozyskiwania informacji o miejskim systemie transportowym

Zagadnienie	FRETURB	WIVER
Konieczność koordynacji czasowej z badaniami innych rodzajów przewozów w mieście	nie; badania struktury dostaw można prowadzić niezależnie i odnieść do aktualnych wielkości np. natężenia ruchu	nie; badania sposobu wykorzystania pojazdów towarowych można prowadzić niezależnie i odnieść do aktualnych wielkości np. natężenia ruchu
Możliwość prowadzenia badań transportu ładunków za pomocą tych samych narzędzi co w przypadku innych rodzajów przewozów	nie; rozwiązania wykorzystywane w analizie transportu indywidualnego lub zbiorowego nie mają zastosowania w pozyskiwaniu informacji o charakterystyce dostaw ze względu na inną grupę docelową	nie; dane brane pod uwagę w modelu pochodzą z ogólnokrajowych przekrojowych badań aktywności pojazdów towarowych wykorzystywanych komercyjnie, a więc ich pozyskiwanie jest poza zakresem kompetencji samorządów lokalnych
Możliwość adaptacji danych zewnętrznych (inne miasta w Polsce lub źródła zagraniczne)	brak doświadczeń krajowych w analizie transportu ładunków; dane zagraniczne mogą odzwierciedlać inną strukturę popytu na usługi transportowe i ich podaży	brak doświadczeń krajowych w analizie transportu ładunków; dane zagraniczne mogą odzwierciedlać inną strukturę popytu na usługi transportowe i ich podaży

cd. tab. 6.8

Możliwość wykorzystania danych o transporcie ładunków (np. w formie uproszczonej metodyki) do zadań niewymagających kompleksowej struktury modelu	badania struktury dostaw mogą zostać wykorzystane np. jako podstawa do wyznaczenia miejsc dostaw lub wprowadzenia/ujednoczenia regulacji wagowych dla pojazdów towarowych	brak możliwości zastosowania uproszczonej metodyki badań
Konieczność regularnego aktualizowania danych stosowanych w modelu	model oparty na badaniach przeprowadzonych w latach 1994–1997 i 2010–2011; brak informacji o kolejnej fazie badań	model oparty na zaplanowanych co 8 lat ogólnokrajowych badaniach aktywności komercyjnych pojazdów towarowych w Niemczech; pierwsze badania przeprowadzono w 2010 roku

Zaprezentowane zestawienie potwierdza, że stosowanie dowolnego modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny musi zostać poprzedzone modyfikacją systemu pozyskiwania danych. Żaden z rozpatrywanych modeli nie może zostać zastosowany, nawet w funkcjonalnie czy przestrzennie ograniczonej formie, na bazie typowych danych dostępnych w miejskim systemie planowania transportu. Dotyczy to zarówno Gdyni będącej punktem odniesienia dla prowadzonej analizy, jak i innych miast w Polsce dzielących podobny poziom kompetencji w zakresie analizy transportu ładunków w mieście. Nie ma również możliwości prowadzenia badań transportu ładunków za pomocą tych samych narzędzi co w przypadku innych rodzajów przewozów ze względu na inną grupę docelową. Z uwagi na brak krajowych doświadczeń w tym zakresie niemożliwe jest wykorzystanie wyników z innych miast, badania zagraniczne natomiast nie mogą być bezpośrednio adaptowane z powodu różnic w systemach gospodarczych oraz logistycznych.

Wnioski z dotychczasowej analizy pozwalają na przedstawienie rekomendacji dotyczących wyboru modelu transportu ładunków, który w największym stopniu będzie odpowiadał wymaganiom samorządu lokalnego na przykładzie Gdyni oraz możliwościom podjęcia przez niego działań implementacyjnych.

Wobec ograniczeń związanych z dostępnością danych analizowane modele należy rozpatrywać z perspektywy niezbędnego zakresu badań poprzedzających ich wprowadzenie przez głównego użytkownika, uwzględniając również dodatkowe zastosowania uzyskanych wyników. Poziom złożoności prac przygotowawczych wraz z osiąganą przez model funkcjonalnością pozwolą wskazać model rekomendowany. Tabela 6.9 zawiera zestawienie działań niezbędnych do zgromadzenia danych wykorzystywanych przez modele FRETURB i WIVER w odniesieniu do sytuacji w Gdyni, która jest reprezentatywnym przykładem sytuacji występującej w większości miast w Polsce. Ze względu na przeprowadzone badania struktury dostaw na wybranych ulicach w śródmieściu miasto dysponuje już jednak pewnym zasobem wiedzy na temat funkcjonowania transportu ładunków, co potwierdza możliwość prowadzenia takich badań w warunkach krajowych.

Tabela 6.9

Zestawienie działań niezbędnych do przygotowania wdrożenia modeli FRETURB i WIVER na przykładzie Gdyni

Model	Działania	Komentarz
FRETURB	opracowanie klasyfikacji rodzajowej oraz identyfikacja rozmieszczenia odbiorców w analizowanym obszarze opracowanie szczegółowej charakterystyki struktury dostaw do poszczególnych kategorii odbiorców identyfikacja sposobów organizacji dostaw, liczby zatrzymań i długości tras w zależności od rodzaju obsługiwanego odbiorcy	– dane posiadane przez samorząd cechują się znacznymi ograniczeniami w zakresie identyfikacji miejsca prowadzenia działalności gospodarczej przez konkretny podmiot – dane zgromadzone w celu wyznaczenia miejsc dostaw w obszarze śródmieścia mogą nie dotyczyć wszystkich kategorii podmiotów gospodarczych; wskazane jest przeprowadzenie analizy statystycznej podmiotów gospodarczych i wytypowanie reprezentatywnej próby najczęściej występujących kategorii – określenie sposobów organizacji dostaw jest możliwe na podstawie identyfikacji ich głównych form na drodze wywiadu ankietowego z odbiorcami, na podstawie którego wytypowane zostaną podmioty logistyczne stanowiące reprezentatywną próbę podażowej strony rynku; będą one przedmiotem dodatkowych badań ankietowych, służących doprecyzowaniu wykorzystywanych w modelowaniu parametrów strukturalnych organizacji dostaw
WIVER	identyfikacja źródeł ruchu pojazdów towarowych za pomocą parametrów takich jak liczba zatrudnionych oraz liczba przemieszczeń w rundach w przeliczeniu na każdy pojazd opracowanie charakterystyki rejonów transportowych jako celów podróży pojazdów towarowych z uwzględnieniem zróżnicowania rodzajowego odbiorców	– uzyskanie parametrów charakteryzujących generację przemieszczeń pojazdów towarowych wymaga opracowania rozbudowanej bazy danych podmiotów gospodarczych na podstawie liczby i rodzaju zarejestrowanych pojazdów towarowych; wymaga to wykorzystania krajowych baz danych rejestracji pojazdów, których jakość i niekompletność mogą ograniczyć dokładność pozyskiwania danych – gromadzenie danych dotyczących charakterystyki wykorzystania pojazdów towarowych wymaga czasochłonnej weryfikacji badanych podmiotów pod kątem prowadzenia działalności dystrybucyjnej w obszarze będącym przedmiotem analizy – nie są dostępne ogólnokrajowe bazy danych wykorzystania pojazdów towarowych pozwalające przyjąć uśrednione parametry opisujące sposób tego wykorzystania – przyjęcie rejonów transportowych jako punktu odniesienia ogranicza możliwość prowadzenia szczegółowych analiz ze względu na zbiorczą charakterystykę odbiorców, pozbawioną informacji o ich dokładnej lokalizacji; uniemożliwia to uwzględnienie problemów w skali lokalnej, jak również wymagających wzięcia pod uwagę wybranych uczestników procesów transportowych, np. konkretnej kategorii odbiorców

Uwzględniając strukturę modeli FRETURB i WIVER, można stwierdzić, że z uwagi na potencjał samorządu lokalnego model francuski cechuje łatwiejszy proces implementacji w zakresie pozyskiwania danych. Wszystkie informacje znajdują się na poziomie lokalnym, co ułatwia do nich dostęp. Dotyczy to zarówno bezpośrednich badań ankietowych struktury dostaw do odbiorców, jak i określenia struktury procesów transportowych realizowanych przez usługodawców. Niezbędne dla powstania modelu informacje o sposobie organizacji dostaw pochodzą z wywiadów z przewoźnikami oraz operatorami logistycznymi, których można identyfikować na podstawie badań odbiorców. W rezultacie nie ma konieczności korzystania z zewnętrznych baz danych, np. podmiotów gospodarczych na poziomie regionalnym.

Metodyka prowadzenia badań na rzecz modelu FRETURB pozwala również na lepsze poznanie zasad funkcjonowania transportu ładunków w przypadku miast, które nie prowadziły wcześniej podobnych analiz. Uzyskane informacje mogą posłużyć do realizacji podstawowych działań usprawniających o charakterze regulacyjnym, w przypadku których modelowanie ich wpływu na system transportowy nie jest bezwzględnie konieczne, zwłaszcza w przypadku wprowadzania ich w ograniczonej skali.

Problemem we wdrożeniu modelu FRETURB w warunkach krajowych jest niedostateczna szczegółowość bazy danych podmiotów gospodarczych, która cechuje się znacznym poziomem uogólnienia, utrudniającym precyzyjną lokalizację odbiorców towarów. Znalazło to potwierdzenie podczas badań ukierunkowanych na wprowadzenie wyznaczonych miejsc dostaw w Gdyni. Braki w zakresie szczegółowości bazy danych utrudniają rozróżnienie miejsca rejestracji podmiotu gospodarczego oraz rzeczywistego miejsca prowadzenia działalności, które generuje zapotrzebowanie na dostawy. Jednak problem ten można rozwiązać za pomocą badań terenowych służących identyfikacji odbiorców towarów w danym obszarze. Narzuca to również konieczność regularnego ich powtarzania w celu uwzględnienia naturalnych zmian w strukturze prowadzonej działalności gospodarczej. W zależności od liczby zidentyfikowanych w ten sposób podmiotów należy podjąć decyzję o przeprowadzeniu ankietowych badań struktury dostaw na podstawie reprezentatywnej próby podmiotów w każdej kategorii lub badań wszystkich podmiotów w danym obszarze.

Model WIVER w analizowanej wersji wymaga dostępu do danych charakteryzujących aktywność podmiotów komercyjnie wykorzystujących pojazdy towarowe w realizacji dostaw. W warunkach polskich takie badania nie są prowadzone, co uniemożliwia wykorzystanie w tworzeniu modelu parametrów ustandaryzowanych na podstawie odpowiednio dobranej próby badawczej. Badania tego rodzaju prowadzi się w Niemczech dopiero od 2000 roku, co ułatwiło szersze wykorzystanie modelu, dotychczas wymagającego indywidualnych badań podmiotów posiadających pojazdy towarowe. Badania tego rodzaju są możliwe do przeprowadzenia, ale wymagają znacznych nakładów organizacyjnych i dobrego przygotowania merytorycznego. Dodatkowo, ze względu na strukturę przewozów ładunków w miastach wymagają dostępu do wiarygodnych baz danych podmiotów gospodarczych na poziomie województwa oraz przemysłanej metodyki doboru próby badawczej i analizy uzyskanych wyników.

6.3. Rekomendacje dotyczące wyboru modelu transportu ładunków

Zastosowanie opracowanej metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków dla wybranego miasta w Polsce umożliwiło wskazanie rekomendowanego dla niego rozwiązania. Zgodnie z przyjętymi założeniami rekomendacje uwzględniają strukturę celów

strategicznych miasta dotyczących transportu ładunków, wymagania analityczne rozwiązań usprawniających oraz uwarunkowania w zakresie dostępności do danych wejściowych wraz z oceną możliwości ich pozyskania w ramach istniejącego systemu planowania transportu. Rekomendacje zostaną przedstawione dla poszczególnych poziomów analizy, składających się na strukturę prezentowanej metody. Tabela 6.10 podsumowuje wnioski dotyczące strategicznych uwarunkowań wykorzystania analizowanych modeli transportowych.

Tabela 6.10

Rekomendacje wynikające ze strategicznych uwarunkowań wykorzystania analizowanych modeli transportowych

Model	Uzasadnienie
FRETURB	– model zapewnia pełną funkcjonalność w zakresie realizacji strategicznych celów zarządzania miejskim transportem ładunków, które zostały określone w Planie Zrównoważonej Mobilności Miejskiej – z uwagi na zastosowaną metodykę generacji liczby dostaw oraz uwzględnienie sposobu organizacji usługi transportowej w powiązaniu z rodzajem wykorzystywanych pojazdów towarowych model zapewnia bezpośrednią możliwość uwzględnienia wpływu efektów środowiskowych transportu ładunków – na poziomie strategicznym możliwa jest integracja wyników modelowania transportu ładunków z danymi o ogólnej strukturze ruchu drogowego poprzez zastosowanie jednostki w postaci ekwiwalentu samochodu osobowego (PCU)
WIVER	– model zapewnia funkcjonalność porównywalną z modelem FRETURB, jednak zastosowany sposób generacji liczby dostaw ogranicza możliwości wykorzystywania go w zastosowaniach wymagających szczegółowości większej niż rejon transportowy – z uwagi na przyjętą metodykę generacji liczby dostaw w rundach oraz ich absorpcji na poziomie rejonów transportowych model cechuje się ograniczoną możliwością odwzorowania efektów środowiskowych związanych z miejskim transportem ładunków – zaletą modelu jest możliwość integracji uzyskanych macierzy źródło–cel podróży pojazdów towarowych z wynikami modelowania ruchu drogowego uzyskanymi w programie VISSUM
Miejski model transportowy w Gdyni	– model nie znajduje praktycznego zastosowania w żadnym z obszarów uwzględnionych przez miasto w ramach Planu Zrównoważonej Mobilności Miejskiej; mimo kompleksowej wielopoziomowej struktury, wyróżniającej go na tle podobnych rozwiązań w kraju i za granicą, metodyka ukierunkowana na podróże pasażerskie uniemożliwia prawidłowe odwzorowanie charakterystyki miejskiego transportu ładunków
Rekomendacja	Modelem rekomendowanym ze względu na strukturę strategicznych celów zarządzania transportem ładunków w Gdyni jest FRETURB.

Analiza modeli na płaszczyźnie strategicznej wykazała konieczność dalszej weryfikacji ich możliwości w zakresie ich wykorzystania podczas realizacji działań usprawniających. Wynikające z tego rekomendacje zawiera tabela 6.11.

Zastosowanie opracowanej metody na poziomach strategicznym oraz operacyjnym wykazało, że największe możliwości spełnienia wymagań wynikających z wyzwań dotyczących zarządzania transportem ładunków w Gdyni zapewnia model FRETURB. Jednak możliwość jego praktycznego wykorzystania przez miasto jest uzależniona od dostępności niezbędnych danych oraz możliwości włączenia ich pozyskiwania do funkcjonującego systemu planowania transportu. Podsumowanie tych zagadnień przedstawia tabela 6.12.

Weryfikacja opracowanej metody wspierającej wybór modelu transportu ładunków dotyczyła sytuacji w zakresie zarządzania nim w Gdyni, która została wybrana jako punkt odniesienia w prowadzonej analizie. Pozwoliło to sprawdzić założenia metody w warunkach, które znajdują odzwierciedlenie w większości miast w Polsce.

Tabela 6.11

Rekomendacje wynikające z oceny możliwości wykorzystania analizowanych modeli jako narzędzi wspierających realizację działań usprawniających

Model	Uzasadnienie
FRETURB	– model pozwala na dokładniejsze odwzorowanie struktury dostaw z uwzględnieniem charakterystyki odbiorców oraz sposobu organizacji transportu, co jest zagadnieniem kluczowym dla prawidłowego przedstawienia struktury procesów w transporcie ładunków w mieście
WIVER	– mimo podobieństw do modelu FRETURB model nie uwzględnia szczegółowych parametrów organizacji dostaw, które są niezbędne w modelowaniu złożonych rozwiązań usprawniających, zwłaszcza dotyczących wybranych grup odbiorców towarów lub zmian sposobu organizacji transportu (np. większe wykorzystanie dostaw łączonych, oferowanych przez dostawców zewnętrznych zamiast nieefektywnego transportu własnego)
Miejski model transportowy w Gdyni	– brak możliwości wykorzystania modelu jako narzędzia wspierającego realizację działań usprawniających; wynika to z ograniczeń zidentyfikowanych na poziomie strategicznym – próby modyfikacji modelu na poziomie mezoskopowym wykazują ograniczoną możliwość jego wykorzystania w wybranych zastosowaniach, jednak uzyskana funkcjonalność nie odpowiada możliwościom specjalistycznych modeli transportu ładunków – ze względu na wykazane ograniczenia model należy wykluczyć z dalszej analizy na poziomie operacyjnym
Rekomendacja	Modelem rekomendowanym ze względu na możliwość wykorzystania w ramach wsparcia realizacji działań usprawniających w miejskim transporcie ładunków w Gdyni jest FRETURB. Miejski model transportowy ze względu na brak możliwości uwzględnienia podstawowych parametrów niezbędnych w modelowaniu działań usprawniających należy wykluczyć z dalszej analizy.

Wnioski z przeprowadzonej analizy wskazują, że modelem pozwalającym osiągnąć najlepsze rezultaty w realizacji zidentyfikowanych wymagań miasta jest FRETURB. Wynika to zarówno z jego możliwości dotyczących uwzględnienia związku pomiędzy celami strategicznymi miasta w zakresie transportu ładunków i narzędziami ich realizacji, jak i ze stosunkowo najmniej skomplikowanego sposobu pozyskiwania danych niezbędnych do wdrożenia modelu.

Przedstawione rekomendacje dotyczą symulacji potrzeb miasta wynikających z założeń miejskiej polityki transportowej w odniesieniu do transportu ładunków oraz syntezy wyników dostępnych badań nad tym rodzajem przewozów. Jednak wprowadzenie konkretnego modelu transportu ładunków do praktyki zarządzania miejskim systemem transportowym jest uzależnione od wielu specyficznych czynników o znaczeniu lokalnym, których nie można uwzględnić w przedstawionej procedurze.

Jednym z nich jest umiejętność oceny rzeczywistej skali problemów związanych z transportem ładunków oraz przewidzenia, jak będą się one zmieniały w przyszłości w związku z ciągłym rozwojem miast oraz zmianami w strukturze relacji podaży i popytu na towary i usługi transportowe. W większości przypadków wykorzystanie modelu będzie dotyczyło przewidywanych wyzwań w zarządzaniu transportem, wynikających z jego stanu aktualnego. Wobec tego samorząd musi racjonalnie ocenić, czy uwzględni w przyszłości podejmowanie aktywnych działań w obszarze transportu ładunków, które będą wymagały

analitycznego wsparcia ze strony modelu transportowego. Opracowana metoda pozwala wziąć pod uwagę wszystkie aspekty potencjalnych działań miasta w tym zakresie.

Tabela 6.12

Rekomendacje wynikające z dostępności danych niezbędnych do wdrożenia modeli oraz uwarunkowań ich pozyskania

Model	Uzasadnienie
FRETURB	– w opracowaniu modelu wykorzystuje się badania łatwiejsze do przeprowadzenia przez samorząd i bardziej szczegółowo powiązane ze strukturą aktywności gospodarczej na terenie miasta – zakres niezbędnych badań wykonawców usług przewozowych można zdefiniować na podstawie wyników wielkości i struktury popytu na dostawy, identyfikując najczęściej występujące sposoby organizacji dostaw – w tworzeniu modelu nie można wykorzystywać danych zagranicznych ze względu na odmienność struktury popytu na usługi przewozowe i ich podaży; nie są również dostępne dane krajowe o funkcjonowaniu miejskiego transportu ładunków; oznacza to konieczność prowadzenia badań indywidualnie przez miasto decydujące się na stosowanie modelu – badania struktury dostaw mogą być wykorzystywane niezależnie od budowy modelu, służąc do bieżącej oceny wpływu transportu ładunków na miejski system transportowy oraz do planowania wybranych działań usprawniających (np. miejsca dostaw)
WIVER	– model wymaga opracowania zasad badania aktywności podmiotów komercyjnie wykorzystujących pojazdy towarowe na terenie analizowanego miasta; przygotowanie takich badań jest uzależnione od dostępności danych o podmiotach gospodarczych na poziomie wyższym niż miejski oraz wymaga opracowania metodyki pozwalającej na weryfikację uzyskanych wyników – problemem jest określenie wielkości i struktury statystycznie wiarygodnej próby badawczej użytkowników pojazdów towarowych ze względu na brak bazowych danych o sposobie organizacji dostaw w obszarze miasta – badania aktywności komercyjnie wykorzystywanych pojazdów towarowych mają niewielki potencjał do wykorzystania w innych zastosowaniach, związanych z bieżącym planowaniem transportu na poziomie miasta
Rekomendacja	Modelem rekomendowanym ze względu na uwarunkowania związane z możliwością pozyskania danych w Gdyni jest FRETURB.

Kolejnym zagadnieniem jest umiejętność stworzenia systemu, który umożliwiłby we właściwy sposób wykorzystanie potencjału modelu transportu ładunków. Dotyczy to opracowania zasad jego wykorzystania podczas planowania inwestycji drogowych lub zmian w sposobie wykorzystania przestrzeni miejskiej. Istniejące zaawansowane miejskie modele transportowe pozwalają na już na uwzględnienie charakteru przemieszczeń wszystkich użytkowników infrastruktury miejskiej. Nie wykształciły się jednak zasady uwzględniania w tym układzie zasad organizacji transportu ładunków, np. w przypadku analizy wariantów zmiany sposobu organizacji ruchu ulic w mieście w kierunku zwiększenia ich dostępności dla pieszych. Integracja modelu transportu ładunków z bieżącymi procedurami planistycznymi może być w praktyce trudniejszym zadaniem niż jego wprowadzenie. Wymienione zagadnienia mogą mieć dla samorządu decydujące znaczenie i determinować decyzję o przystąpieniu do analizy możliwości praktycznego wykorzystania modelu transportu ładunków.

6.4. Ocena opracowanej metody

Celem opracowanej metody jest sformułowanie rekomendacji dotyczących wyboru modelu transportu ładunków odzwierciedlającego wymagania i możliwości samorządu lokalnego w zakresie zarządzania transportem ładunków. Jej weryfikacja przeprowadzona w odniesieniu do sytuacji w Gdyni pozwala na wskazanie zalet i ograniczeń metody, jak również uwarunkowań podejmowania decyzji dotyczących kształtowania systemu transportu ładunków przez samorząd lokalny.

Do najważniejszych zalet przedstawionej metody należy zaliczyć aspekty wymienione poniżej.

1. Opracowane rozwiązanie odnosi się do luki badawczej przejawiającej się niedostatecznym powiązaniem prac prowadzonych nad rozwojem modeli transportu ładunków z wymaganiami dotyczącymi ich stosowania rozpatrywanymi z punktu widzenia głównego użytkownika, jakim jest samorząd lokalny (władze miejskie).
2. Przyjęta struktura hierarchiczna zapewnia stopniowe zwiększanie szczegółowości prowadzonej analizy. Pozwala to uniknąć pomijania zagadnień o charakterze strategicznym i nadmiernej koncentracji na technicznych i operacyjnych problemach wdrożenia modeli.
3. W metodzie uwzględniono fakt, że stosujące ją samorządy mogą dysponować ograniczoną wiedzą zarówno o uwarunkowaniach funkcjonowania transportu ładunków w mieście, jak i wyzwaniach jego modelowania. Opracowana struktura zapewnia decydom możliwość uwzględnienia zagadnień związanych z planowaniem długoterminowym, których założenia w wielu aspektach mogą się pokrywać z ogólnymi założeniami miejskiej polityki transportowej. Ułatwia to umiejscowienie transportu ładunków w jej strukturze i przejście do kolejnego, bardziej szczegółowego etapu analizy, dotyczącego działań usprawniających.
4. Opracowana metoda zapewnia decydom niezbędną elastyczność poprzez możliwość określenia własnej hierarchii ważności dla poszczególnych kryteriów. Dzięki temu możliwa jest wszechstronna weryfikacja wszystkich zagadnień stanowiących potencjalnie przedmiot zainteresowania samorządu. Metoda służy więc przedstawieniu rekomendacji opartych na indywidualnej ocenie sytuacji w mieście, dla którego jest stosowana.
5. Rozwiązanie zapewnia wysoki poziom uniwersalności z uwagi na możliwość wykorzystania go w dowolnym mieście planującym weryfikację możliwości wykorzystania modeli transportu ładunków. Wynika to z uwzględnienia w strukturze metody strategicznych celów zarządzania transportem ładunków jako elementu kształtowania miejskiego systemu transportowego. W przypadku braku bezpośrednio zdefiniowanych celów dotyczących transportu ładunków metoda zachowuje użyteczność, wiele aspektów jego funkcjonowania można bowiem powiązać z ogólnymi wyzwaniami dotyczącymi zrównoważonego rozwoju transportu.
6. Poszczególne poziomy metody można traktować jako niezależne narzędzia weryfikacji modeli transportu ładunków, jeżeli takie podejście jest podyktowane uzasadnionymi potrzebami użytkownika. Może to dotyczyć na przykład weryfikacji możliwości wykorzystania modeli tylko podczas realizacji planowanych działań usprawniających. Jednak podstawowym założeniem metody jest kompleksowe podejście do badanego problemu, które zapewnia uzyskanie optymalnych wyników.
7. Rozpoczęcie weryfikacji modeli od poziomu strategicznego ułatwia przyjęcie długoterminowej perspektywy prowadzonej analizy. Dotyczy to uwzględnienia nie tylko

bieżących potrzeb miasta związanych z aktualnymi problemami, ale również przyszłych wyzwań w dziedzinie zarządzania transportem ładunków.

8. Wyniki dostępnych badań naukowych dotyczących działań usprawniających pomijają problematykę wykorzystania modeli transportu ładunków jako narzędzi wspomagających ich realizację. Opracowana metoda odnosi się do tego zagadnienia poprzez zdefiniowanie wymagań analitycznych rozwiązań usprawniających.
9. Elementem łączącym poziomy strategiczny (cele zarządzania) i operacyjny (wymagania analityczne) jest identyfikacja wskaźników ilościowych wykorzystywanych na obu poziomach analizy. Takie podejście zapewnia harmonijne przejście pomiędzy tymi obszarami, z wykorzystaniem metody opisu pozwalającej na bezpośrednie odniesienie do struktury modeli transportu ładunków oraz wykorzystywanych przez nie zmiennych.
10. Opracowany zbiór wskaźników ilościowych w kompleksowy sposób odzwierciedla wymagania analityczne rozwiązań usprawniających. Dzięki temu można uniknąć każdorazowego opracowywania zbioru kryteriów decyzyjnych na potrzeby oceny możliwości wykorzystania modeli w realizacji kolejnych działań. Możliwe jest również wskazanie wskaźników wiodących, mających podstawowe znaczenie dla prowadzonej analizy.
11. Identyfikacja wymagań analitycznych działań usprawniających zapewnia decydentom możliwość zarówno szczegółowego poznania czynników determinujących możliwość realizacji wybranych rozwiązań, jak i oceny ich potencjalnych efektów. Z uwagi na niewielkie praktyczne doświadczenie samorządów w kraju i za granicą w analizowanej dziedzinie to zagadnienie ma znaczny walor informacyjny dla decydentów, niezależnie od ogólnej struktury opracowanej metody.
12. Jednym z najważniejszych elementów opracowanej metody jest weryfikacja wyników uzyskanych na poziomach strategicznym i operacyjnym poprzez uwzględnienie zapotrzebowania rozpatrywanych modeli na dane wejściowe. Co ważniejsze, pozwala ona również na ocenę możliwości integracji niezbędnych w tym celu działań w ramach stosowanego przez miasto systemu pozyskiwania danych wykorzystywanych w planowaniu miejskiego systemu transportowego.
13. Uwzględnienie wymagań w zakresie dostępności danych pozwala w pełni wykorzystać zalety wynikające z integracji poziomów strategicznego i operacyjnego za pomocą jednolitego zbioru wskaźników ilościowych. Wskaźniki można w bezpośredni sposób powiązać z metodami pozyskiwania danych niezbędnych do ich prawidłowego opisu. W ten sposób decydenci otrzymują stabilny punkt odniesienia podczas stosowania metody obejmującej na poszczególnych poziomach zagadnienia o różnym poziomie szczegółowości.
14. Poziom operacyjny może stanowić decydujący etap analizy, ujawniając wyzwania dotyczące stworzenia systemu gromadzenia danych niezbędnych do wprowadzenia wybranego modelu. Mogą one przekraczać możliwości samorządu, nawet jeżeli rekomendowany model będzie oferował optymalny poziom zbieżności z wymaganiami określonymi na dwóch poprzednich poziomach analizy. W ten sposób zrealizowano założenie integracji uwarunkowań planowania transportu ładunków z wymaganiami operacyjnymi dostępnych modeli.

Stosowanie metody posiada również pewne ograniczenia, scharakteryzowane poniżej.

1. Opracowane rozwiązanie ma charakter jakościowy. Jest to jednak spowodowane wieloaspektowością problematyki wykorzystania modeli transportu ładunków przez samorządy. Ze względu na bardzo niskie rozpowszechnienie tego typu narzędzi w praktyce

niemożliwe jest opracowanie wiarygodnych parametrów ilościowych, które mogłyby zostać wykorzystane w budowie analitycznego modelu decyzyjnego.

2. Metoda została opracowana z myślą o zastosowaniu w odniesieniu do kompleksowych modeli transportu ładunków. Pozwalają one na pełne odwzorowanie wzajemnego oddziaływania wszystkich elementów procesu transportowego oraz ocenę skutków zmian w wybranych obszarach. Znalazło to odzwierciedlenie m.in. w uwzględnieniu wymagań analitycznych działań usprawniających, które wyrażają złożony charakter wpływu samorządu lokalnego na transport ładunków. Wobec tego metoda znajduje ograniczone zastosowanie w przypadku modeli teoretycznych, służących jedynie np. generacji wielkości popytu na przewozy i towary. Nie obejmują one zagadnień takich jak tworzenie macierzy źródło–cel z uwzględnieniem rund dostaw itp. Modele częściowe nie spełniają jednak wymagań władz miejskich, których podstawowym zadaniem jest efektywne zarządzanie miejskim systemem transportowym. Przedmiotem jego zainteresowania są zatem rozwiązania o wysokim potencjale do zastosowania w praktyce, zgodnie z wymaganiami systemu planowania transportu.
3. Nie ma możliwości porównania dostępnych kompleksowych modeli transportu ładunków w celu oceny dokładności uzyskanych wyników w wybranych zastosowaniach. Żaden z modeli nie był stosowany w polskich miastach, co pozbawia decydentów możliwości bezpośredniej oceny rezultatów ich wykorzystania. Przekłada się to na założenia prezentowanej metody, w której funkcjonalność modeli jest weryfikowana z uwagi na możliwość realizacji celów zarządzania transportem ładunków w mieście oraz wymagań analitycznych narzędzi usprawniających, wyrażonych za pomocą wspólnego zbioru wskaźników ilościowych.
4. Problemem w ewentualnym opracowaniu wskaźników ilościowych jest również niewielkie rozpowszechnienie modeli transportu ładunków w krajach, w których zostały one opracowane. Proces ich adaptacji przebiega stosunkowo powoli, zwłaszcza że w wielu przypadkach potencjalni użytkownicy modeli nie mają jeszcze niezbędnych doświadczeń ze stosowaniem klasycznych miejskich modeli transportowych dla transportu pasażerskiego. W tym przypadku model transportu ładunków przekracza kompetencje samorządów w dziedzinie planowania transportu.
5. Dostępne w analizowanej dziedzinie badania naukowe dotyczą najczęściej teoretycznych zasad opracowania modeli lub ewentualnie weryfikacji ich użyteczności w skali ograniczonej do pojedynczych przypadków. Wyklucza to możliwość rzetelnego porównania wyników ich stosowania. Dodatkowo, kompleksowe modele wykorzystane w weryfikacji przedstawionej metody są silnie związane z uwarunkowaniami systemu planowania transportu w miastach w krajach ich powstania. Dotyczy to przede wszystkim systemu pozyskiwania danych.
6. Ze względu na ograniczone doświadczenie samorządów miejskich w zakresie badanej problematyki stosowanie metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków powinno być realizowane przy wsparciu ekspertów dysponujących holistyczną wiedzą zarówno o specyfice transportu ładunków, jak i możliwościach wykorzystywania dostępnych modeli. Jest to sposób na ograniczenie ryzyka nadmiernej koncentracji jedynie na pojedynczych zagadnieniach, związanych najczęściej z bieżącymi problemami w funkcjonowaniu transportu ładunków. Konieczność wykorzystania przez samorząd zewnętrznego wsparcia może stanowić pewne ograniczenie w stosowaniu metody, jednak złożoność analizowanego problemu w pełni uzasadnia takie rozwiązanie.

Podjęmowanie przez samorząd decyzji dotyczących wyboru modelu transportu ładunków podlega wielu ograniczeniom. Najważniejsze spośród nich wynikają z uwarunkowań wewnętrznych, związanych z możliwością wypełniania przez samorządy roli podmiotu zarządzającego miejskim systemem transportowym. Podstawowym problemem jest niewystarczające doświadczenie w realizacji praktycznych działań usprawniających transport ładunków. W przeciwieństwie do dobrze poznanych rozwiązań stosowanych w transporcie pasażerskim, kształtowanie transportu ładunków odbywa się w dalszym ciągu metodą prób i błędów. Uniemożliwia to rzetelną analizę efektywności podejmowanych działań, co stanowi podstawę formułowania oczekiwań wobec potencjalnych narzędzi wspomagających ich realizację, takich jak modele transportowe. Jednocześnie, w odniesieniu do wciąż niewielu dobrze udokumentowanych i zweryfikowanych przykładów skutecznych działań usprawniających, stosowanie modeli transportu ładunków może się wydawać nieuzasadnione z uwagi na wątpliwą dla samorządu relację potencjalnych korzyści do kosztów ich uzyskania.

Towarzyszy temu ograniczona umiejętność prawidłowej analizy funkcjonowania transportu ładunków w miastach oraz określenia obszarów problemowych w nawiązaniu do identyfikacji roli poszczególnych uczestników procesów transportowych. W tej sytuacji samorządy w większości przypadków nie są w stanie określić w jednoznaczny sposób celów zarządzania transportem ładunków, a więc pośrednio zdefiniować parametrów systemu mogących w przyszłości stać się przedmiotem modelowania.

Jednocześnie modelowanie transportu ładunków jest stosunkowo nową dziedziną badawczą, w której w dalszym ciągu trudno wskazać kanon rozwiązań stanowiący punkt wyjścia do dalszych badań. Efektem tego stanu rzeczy jest niski poziom praktycznego wykorzystania modeli, co z kolei nawiązuje do wymienionych wcześniej uwarunkowań realizacji działań usprawniających oraz formułowania celów strategicznych.

Samorządy miejskie mają więc ograniczoną możliwość zdefiniowania wymagań dla modeli transportu ładunków, co znacznie utrudnia podjęcie decyzji o wyborze konkretnych narzędzi. Wobec tego rozwiązania wspierające ten proces muszą zawierać elementy pozwalające decydom na ocenę zarówno aktualnych, jak i przyszłych wymagań wynikających z zarządzania transportem ładunków w miastach. Zmiany w jego charakterystyce funkcjonalnej są bardziej dynamiczne niż w przypadku pozostałych rodzaju transportu w miastach. Należy zatem oczekiwać, że coraz więcej samorządów będzie musiało się zmierzyć z nieuchronnymi problemami związanymi z transportem ładunków i poszukiwać rozwiązań pomagających w ich rozwiązaniu, takich jak model transportu ładunków.

Zakończenie

Transport ładunków w miastach jest obszarem, w którym wyraźnie przejawia się niedostateczna umiejętność praktycznego wykorzystania wyników badań naukowych w celu bardziej efektywnego kształtowania struktury tego rodzaju przewozów. Dotyczy to przede wszystkim zaangażowania samorządów lokalnych, które są najważniejszym podmiotem odpowiedzialnym za funkcjonowanie transportu w miastach. Podstawowe wyzwania stanowią poznanie charakterystyki procesów transportu ładunków oraz umiejętność wykorzystania zdobytej wiedzy w kształtowaniu badanego systemu przy użyciu narzędzi analitycznych, takich jak modele transportowe.

Wskazany problem wynika ze znacznie większej wewnętrznej złożoności transportu ładunków w miastach niż w przypadku lepiej poznanych przewozów pasażerskich. Wynika to głównie ze zróżnicowanego charakteru realizowanych usług transportowych oraz homogenicznego popytu, podlegającego ciągłym zmianom związanym z dynamiką procesów rynkowych. Transport ładunków determinuje możliwość sprawnej realizacji podstawowych funkcji gospodarczych i społecznych współczesnych miast, wykorzystując w tym celu ich zasoby infrastrukturalne współdzielone z innymi użytkownikami. Jednocześnie jako działalność komercyjna pozostaje poza bezpośrednim wpływem podmiotów odpowiedzialnych za rozwój miast, czyli samorządów lokalnych, które – inaczej niż w przypadku transportu pasażerskiego – nie mają ustawowych obowiązków w tym obszarze. Wymienione czynniki powodują, że dla transportu ładunków w miastach nie opracowano do tej pory zasad jego integracji w ramach systemu planowania transportu na poziomie lokalnym. Utrudnia to zdefiniowanie wymagań dla modeli transportu ładunków, które mogą w znacznym stopniu wspomóc proces planowania i zapewnić miastu dostęp do zintegrowanego systemu narzędzi, obejmującego zarówno przewozy pasażerskie, jak i transport ładunków.

Odwzorowanie struktury transportu ładunków na terenie miasta za pomocą modelu transportowego wymaga uwzględnienia wszystkich uwarunkowań realizacji tego rodzaju przewozów, związanych z jednoczesnym występowaniem wielu form organizacji transportu, obecnością licznych podmiotów po podażowej i popytowej stronie rynku oraz wykorzystywaniem niejednorodnej floty pojazdów towarowych w związku z rodzajem obsługiwanych odbiorców i przewożonymi towarami. Wymienione zagadnienia określają wymagania operacyjne dla modeli transportowych, dotyczące zwłaszcza konieczności przyjęcia właściwej zmiennej modelowanej oraz zapewnienia dostępu do niezbędnych danych.

Cele niniejszej monografii obejmowały opracowanie metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny oraz jej weryfikację w odniesieniu do wybranego miasta. Dzięki autorskiemu opracowaniu hierarchicznej struktury, uwzględniającej zagadnienia o charakterze strategicznym, taktycznym i operacyjnym, zapewniono niewystępujący wcześniej w badaniach w tym obszarze poziom kompleksowości oraz funkcjonalnej integracji czynników decyzyjnych. Pozwala to na przedstawienie rekomendacji odnośnie do wyboru modelu transportu ładunków w powiązaniu z zagadnieniami warunkującymi jego praktyczną implementację. Założenia metody powstały w odniesieniu do zidentyfikowanych luk badawczych, obecnych przede wszystkim na styku badań nad determinantami modelowania ładunków w miastach z uwzględnieniem jego wewnętrznej specyfiki oraz zasadami kształtowania tego rodzaju przewozów przez samorządy. Identyfikacja luk

badawczych pozwoliła na sformułowanie – poza celami głównymi – czterech celów szczegółowych i trzech założeń dodatkowych o charakterze uzupełniającym.

W dotychczasowych pracach badawczych dotyczących modeli transportu ładunków pomijano możliwość wykorzystywania ich jako narzędzi wspierających realizację miejskiej polityki transportowej. Jedną z przyczyn tego stanu rzeczy są nieliczne przypadki uwzględniania transportu ładunków w miejskich dokumentach strategicznych, co utrudnia dopasowanie modelu do potrzeb samorządów. Większym problemem jest jednak nieumiejętność powiązania zagadnień o charakterze strategicznym ze szczegółowymi operacyjnymi i technicznymi wymaganiami stosowania modeli. Przejawiają się one głównie w postaci konieczności dogłębnej przebudowy stosowanego przez lokalną administrację systemu pozyskiwania danych o transporcie w mieście. Nakłada się na to również niewielkie jeszcze rozpowszechnienie miejskich modeli transportu pasażerskiego, utrudniając dostrzeżenie potencjału modelowania transportu jako standardowego narzędzia realizacji miejskiej polityki transportowej. Wymienione zagadnienia uwzględniono w pracy, formułując dwa pierwsze szczegółowe cele wraz z dodatkowym założeniem o konieczności parametryzacji celów zarządzania transportem ładunków w miastach.

W prezentowanej metodzie odpowiedzią na te wyzwania jest wyodrębnienie poziomu strategicznego, na którym dokonano parametryzacji strategicznych celów zarządzania transportem ładunków. Parametryzacja polegała na potraktowaniu celów jak złożonych wewnętrznie kategorii obejmujących poszczególne obszary funkcjonowania przewozów. Dzięki temu, wychodząc od ogólnych terminów, takich jak np. efektywność operacyjna, można było wyodrębnić poszczególne obszary problemowe oraz zdefiniować zbiór wskaźników ilościowych służących ich parametryzacji. Zastosowane rozwiązanie służy wskazaniu decydom obszarów wpływu rozpatrywanych przez nich działań i jednocześnie parametrów, jakie należy uwzględnić przy planowaniu i ocenie. Wobec tego mało skonkretyzowane założenia strategiczne sprowadzono do postaci wskaźników bezpośrednio powiązanych z funkcjonowaniem transportu ładunków, a więc znacznie łatwiejszych do wykorzystania w odniesieniu struktury modeli.

Podejście zastosowane na poziomie strategicznym pozwoliło się odnieść do kolejnego z przyjętych założeń, jakim jest ocena możliwości wykorzystania modeli transportu ładunków podczas realizacji działań usprawniających. Mimo że z punktu widzenia samorządu powinno to być zagadnienie o podstawowym znaczeniu, nie znalazło ono odzwierciedlenia w tematyce dotychczasowych badań. Dlatego w opracowanej metodzie na poziomie taktycznym wprowadzono pojęcie wymagań analitycznych narzędzi usprawniających. Dotyczy ono zakresu danych wejściowych niezbędnych do oceny *ex ante* oraz *ex post* poszczególnych rozwiązań. Ma to umożliwić samorządom zarówno określenie ich wymagań implementacyjnych, jak i ocenę rezultatów. Rozwiązania usprawniające sklasyfikowano w postaci trzech uzupełniających się kategorii, natomiast elementem integrującym z poziomem strategicznym jest wykorzystanie wspólnego zbioru kryteriów ilościowych.

Kompleksowa analiza problemów zawierających się w dwóch pierwszych szczegółowych celach prezentowanej monografii pozwoliła zidentyfikować czynniki determinujące konieczność stosowania specjalistycznych modeli transportu ładunków w miastach jako narzędzi uzupełniających dostępne samorządom miejskie modele transportowe. Wykazano wyraźny deficyt funkcjonalności tego rodzaju modeli w zakresie prawidłowego odwzorowania charakterystyki transportu ładunków. Wskazuje to na konieczność stosowania modeli opracowanych specjalnie z myślą o tym rodzaju przewozów. Jednocześnie jego wewnętrzna

złożoność utrudnia samorządowi lokalnemu wybór odpowiedniego modelu za pomocą metod wspomagania decyzji stosowanych dotychczas w działaniach dotyczących transportu. Łącznie wyniki przeprowadzonych badań odpowiadają na pytania sformułowane w ramach trzeciego i czwartego celu szczegółowego monografii. Gwarantują one również uwzględnienie wszystkich czynników warunkujących opracowanie metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny.

Trzecim i ostatnim założeniem dodatkowym w opracowanej metodzie było uwzględnienie możliwości kompleksowego rozpatrzenia problematyki dostępności danych niezbędnych do stosowania modeli. Jest ono ściśle powiązane zarówno z analizą struktury podmiotowej i organizacyjnej transportu ładunków, jak i z oceną wpływu celów zarządzania nim na wymagania dla modeli. Założenie to zrealizowano, wyodrębniając trzeci – operacyjny – poziom analizy, pozwalający na przedstawienie ostatecznych rekomendacji odnośnie do wyboru modelu transportu ładunków. Dzięki temu w metodzie uwzględniono bardzo szczegółowe zagadnienia techniczne, dotyczące m.in. wymagań modeli w zakresie danych wejściowych, sposobu ich pozyskiwania oraz integracji w ramach obecnie stosowanego w miastach systemu pozyskiwania informacji o funkcjonowaniu transportu. Zaprezentowane podejście nie było wcześniej wykorzystywane w badaniach. Dotyczy to zwłaszcza sytuacji występującej w miastach w Polsce, w przypadku których przeprowadzona analiza wykazała – poza pojedynczymi wyjątkami – brak wiarygodnych danych o charakterystyce transportu ładunków w miastach.

Na poziomie operacyjnym zweryfikowano praktyczne uwarunkowania wykorzystania modeli transportu ładunków przez samorząd. Pozwala on jednocześnie na sprzężenie zwrotne z zagadnieniami strategicznymi, wyrażonymi za pomocą wskaźników ilościowych, weryfikując je z uwzględnieniem możliwości ich zastosowania przez samorząd. Struktura zagadnień wykorzystanych na poziomie operacyjnym jest formą zabezpieczenia przed sformułowaniem rekomendacji dla wyboru modelu jedynie na podstawie analizy czynników strategicznych, bez uwzględnienia praktycznych możliwości jego zastosowania.

Potencjał opracowanej metody poddano weryfikacji, wykorzystując ją do analizy wybranych modeli transportowych. Skoncentrowano się na dwóch kompleksowych modelach transportu ładunków: francuskim FRETURB i niemieckim WIVER. Modele te stanowią jedyne przykłady w pełni funkcjonalnych i sprawdzonych w praktyce rozwiązań analitycznych tego rodzaju dostępnych dla samorządów lokalnych w Europie. Zapewniają one całościowe odwzorowanie charakterystyki badanego zjawiska, od generacji popytu na dostawy do integracji uzyskanych macierzy źródło–cel ze strukturą ruchu pozostałych pojazdów w sieci drogowej. Mimo wykorzystania takiej samej zmiennej, jaką jest dostawa, modele różnią się zasadniczo na płaszczyźnie operacyjnej, co bardzo dobrze odpowiada potrzebom walidacji. Punktem odniesienia dla wybranych modeli jest miejski model transportowy stosowany w Gdyni. Miasto to wybrano jako obszar weryfikacji, uwzględniając posiadane doświadczenie w analizie transportu ładunków oraz podejmowane na jego podstawie pierwsze działania usprawniające. Jednocześnie, zestawiając ze sobą modele specjalistyczne z modelem miejskim, oceniono ewentualną możliwość ich wzajemnej substytucji w wybranych zastosowaniach.

Wyniki walidacji potwierdzają zasadność przyjęcia trójpoziomowej struktury opracowanej metody oraz wykorzystania kryteriów jakościowych, pozwalających na przedstawienie miarodajnych rekomendacji dla samorządu. Na dwóch pierwszych poziomach analizy wykluczono model miejski jako narzędzie pozbawione możliwości wsparcia działań

samorządu w obszarze transportu ładunków. Natomiast kompleksowe modele specjalistyczne na płaszczyźnie strategicznej wykazały użyteczność w pełni odpowiadającą zarówno aktualnym, jak i przyszłym potrzebom miasta.

Jednak zakończenie ich weryfikacji na tym poziomie uniemożliwiłoby zidentyfikowanie istotnych różnic, które stały się widoczne podczas analizy na poziomach taktycznym i operacyjnym metody. Zastosowanie analizy wymagań analitycznych rozwiązań usprawniających pozwoliło zidentyfikować istotne różnice pomiędzy modelami o zbliżonej funkcjonalności na poziomie strategicznym. Ze względu na zasady pozyskiwania danych oraz sposób ich wykorzystania do odwzorowania struktury transportu ładunków w mieście przewagę zdobył model francuski. Na tym poziomie metoda zapewnia możliwość pogłębionej analizy problematyki zastosowania modeli i tym samym lepszą możliwość ich porównania w odniesieniu do oczekiwań decydentów.

Zgodnie z założeniami przyjętymi podczas opracowywania prezentowanej metody ostateczna weryfikacja modeli transportowych odbywa się na najbardziej szczegółowym poziomie operacyjnym. Przeprowadzona analiza wykazała, że obecnie w badanym mieście nie jest możliwe wprowadzenie żadnego z rozpatrywanych modeli transportu ładunków. Wynik ten można uogólnić na pozostałe miasta w Polsce, co jest uwarunkowane bardzo podobnymi zasadami analizy miejskiego systemu transportowego. Wnioski te uwzględniono w rekomendacjach wskazujących działania niezbędne do przygotowania wprowadzenia modeli w warunkach krajowych.

Uwzględniając wyniki walidacji opracowanej metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny, można stwierdzić, że spełnia ona podstawowy cel jej stworzenia, jakim było połączenie wymagań zarządzania transportem ładunków oraz operacyjnych uwarunkowań wdrażania modeli przez samorząd. Realizacja celu głównego oraz trzech celów szczegółowych potwierdza osiągnięcie założenia naukowego niniejszej monografii oraz potwierdza użyteczność opracowanego rozwiązania.

Metoda wspomagająca wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny ma następujące zalety:

- odnosi się do podstawowej luki badawczej, jaką jest niedostateczne powiązanie prac nad wykorzystaniem modeli z wymaganiami samorządów oraz charakterystyką analityczną dostępnych im narzędzi usprawniających;
- hierarchiczna struktura metody pozwala decydentom na stopniowe pogłębianie zakresu analizy i kompleksowe odniesienie się do wszystkich uwarunkowań wyboru modelu;
- metoda cechuje się wysoką elastycznością, pozwalającą samorządom na uwzględnienie zróżnicowanych sytuacji decyzyjnych, zachowując jednocześnie spójność przejawiającą się koniecznością kolejnego uwzględniania wszystkich zagadnień decyzyjnych;
- metoda bierze pod uwagę długofalowy charakter planowania miejskiego systemu transportowego, wychodząc od parametryzacji celów strategicznych dla transportu ładunków;
- kryteria wyodrębnione na poszczególnych poziomach analizy mogą służyć do niezależnej oceny potencjału miasta w poszczególnych obszarach problemowych, niezależnie od procedury formułowania rekomendacji odnośnie do wyboru modelu transportowego;
- metoda w systemowy sposób uwzględnia uwarunkowania lokalnego systemu pozyskiwania danych o funkcjonowaniu transportu ładunków, co jest podstawowym elementem determinującym stosowanie modeli.
- Należy również wskazać ograniczenia opracowanego rozwiązania:

-
- brak możliwości bezpośredniego porównania wyników zastosowania dostępnych modeli transportu ładunków spowodował, że metoda ma charakter jakościowy; ogranicza to jej wykorzystanie w sytuacji, gdy wymagane jest porównanie wybranych modeli pod względem dokładności symulacji w kontekście realizacji konkretnego rozwiązania usprawniającego;
 - nie przeprowadzono dotychczas badań porównawczych służących ocenie przydatności dostępnych modeli w konkretnych zastosowaniach, dlatego prezentowana metoda zapewnia decydom możliwość jakościowego odniesienia się do czynników warunkujących wykorzystywanie modeli transportu ładunków;
 - ze względu na wysoki poziom złożoności problemu badawczego stosowanie metody przez samorząd wymaga wsparcia ekspertów dysponujących pogłębioną wiedzą zarówno o funkcjonowaniu transportu ładunków, jak i o zasadach planowania systemów transportowych; może to stanowić pewne ograniczenie dla decydentów, jest jednak uzasadnione ze względu na możliwość uzyskania optymalnych rezultatów.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że dalsze badania dotyczące wykorzystania modeli transportu ładunków w miastach powinny przebiegać dwutorowo. Pierwszym obszarem jest badanie przez miasta charakterystyki transportu ładunków na potrzeby rozpoznania kluczowych obszarów problemowych i oceny możliwości stosowania narzędzi usprawniających. Metodyka badań powinna uwzględniać podstawowe zagadnienia stanowiące punkt wyjścia do późniejszego ewentualnego rozszerzenia z myślą o wprowadzeniu modelu transportu ładunków.

Drugim zagadnieniem jest analiza możliwości dostosowania dostępnych miejskich modeli transportowych do wykorzystania w wybranych aspektach dotyczących transportu ładunków. Nie zapewnią one funkcjonalności porównywalnej z modelami specjalistycznymi, jednak pozwoli to zgromadzić doświadczenia niezbędne do ich późniejszego wprowadzenia, jak również udowodnić zasadność takiego rozwiązania poprzez wykazanie ograniczeń posiadanych narzędzi.

Bibliografia

1. Szymczyk M. (red.): *Słownik języka polskiego*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe 1983.
2. Leszek W., Wojciechowicz B., Zwierzycki W.: *Metodologia generowania i realizacji programów badawczych w nauce o eksploatacji obiektów technicznych*. Radom: Wydawnictwo Instytutu Technologii i Eksploatacji 2004.
3. ALICE/ERTRAC Urban mobility WG.: *Urban Freight research roadmap* 2015.
4. Europäische Kommission: *Cities of tomorrow challenges, visions, ways forward* 2011.
5. Quak H., Lindholm M., Tavasszy L., Browne M.: *From freight partnerships to city logistics living labs – giving meaning to the elusive concept of living labs*. "Transportation Research Procedia" 2016, Vol. 12, p. 461–473.
6. Kijewska K.: *Procesy dystrybucyjne w zrównoważonej logistyce miejskiej*. Warszawa: BEL Studio 2016.
7. Dijkstra L., Poelman H.: *Cities in Europe. The new OECD-EC definition* 2012.
8. Domański R.: *Zasady geografii społeczno-ekonomicznej*. Poznań–Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne 1990.
9. Bury P., Markowski T., Regulski J.: *Podstawy ekonomii miasta*. Łódź: Fundacja Rozwoju Przedsiębiorczości 1993.
10. Czornik M.: *Miasto. Ekonomiczne aspekty funkcjonowania*. Katowice: Akademia Ekonomiczna w Katowicach 2004.
11. Wrona J. (red.): *Podstawy geografii ekonomicznej*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne 2006.
12. Dablane L.: *Freight transport for development toolkit: urban freight*. Washington 2009.
13. Dziewoński K.: *Baza ekonomiczna i struktura funkcjonalna miast*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne 1971.
14. Tundys, B.: *Logistyka miejska. Koncepcje, systemy, rozwiązania*. Warszawa: Difin 2008.
15. Rzezyński B.: *Logistyka miejska. Propedeutyka – pierwszy polski wykład*. Poznań: Instytut Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej 2007.
16. Heitz A., Dablane L., Tavasszy L.A.: *Logistics sprawl in monocentric and polycentric metropolitan areas: the cases of Paris, France, and the Randstad, the Netherlands*. "Region" 2017, Vol. 4, No. 1, p. 93–107.
17. Neider J.: *Transport międzynarodowy*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne 2008.
18. Koźlak A.: *Ekonomika transportu. Teoria i praktyka gospodarcza*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego 2008.
19. Iwan S.: *Wdrażanie dobrych praktyk w obszarze transportu dostawczego w miastach*. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie 2013.
20. OECD: *Delivering the Goods. 21st Century Challenges to Urban Goods Transport*. 2003.
21. Ogden K.: *Urban goods transportation: a guide to policy and planning*. Farnham: Ashgate 1992.
22. Wojewódzka-Król K., Rolbiecki R.: *Transport*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 2000.
23. Szymczak M.: *Logistyka miejska*. Poznań: Akademia Ekonomiczna w Poznaniu 2008.
24. Szołtysek J.: *Podstawy logistyki miejskiej*. Katowice: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach 2009.
25. Taniguchi E., Thompson R., Yamada T.: *Modelling city logistics*. [W:] Taniguchi E., Thompson R. (red.), *City logistics I*. Kyoto: Institute of Systems Science Research 1999, p. 3–38.

26. Szołtysek J.: *Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach*. Katowice: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach 2005.
27. Witkowski J., Kiba-Janiak M. (red.). *Modelowanie logistyki miejskiej*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne 2014.
28. Comi A., Donnelly R., Russo F.: *Urban freight models*. Elsevier Inc. 2013.
29. Nuzzolo A., Coppola P., Comi A.: *Freight transport modelling: review and future challenges*. "International Journal of Transport Economics" 2013, Vol. 40, No. 2, p. 183–206.
30. Anand N., Van Duin R., Quak H., Tavasszy L.: *Relevance of city logistics modelling efforts: a review*. "Transport Reviews" 2015, No. 35 (6), p. 701–719.
31. Nowakowski T.: *Niezawodność systemów logistycznych*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2011.
32. ECMT: *Goods distribution systems in urban areas. ECMT Round Table 61*. Paris: European Conference of Ministers of Transport 1984.
33. Russo F., Comi A.: A classification of city logistics measures and connected impacts. "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2010, Vol. 2, No. 3, p. 6355–6365.
34. Comi A., Russo F.: Demand models for city logistics: a state of the art and a proposed integrated system. [W:] Taniguchi E., Thompson R.G. (red.), *Recent advances in city logistics – proceedings of the 4th International Conference on City Logistics*. Elsevier B.V., 2006.
35. Allen J., Browne M.: *Considering the relationship between freight transport and urban form*. Report produced as part of the Green Logistics Project: Work Module 9 (Urban Freight Transport) 2010.
36. Allen J., Anderson S., Browne M., Jones, P.: *A framework for considering policies to encourage sustainable urban freight traffic and goods/service flows. Report 1*. University of Westminster 2000.
37. Stead D., Marshall S.: *The relationships between urban form and travel patterns. An international review and evaluation*. "European Journal of Transport and Infrastructure Research" 2001, Vol. 1, No. 2, p. 113–141.
38. Banister D.: *Unsustainable transport: city transport in the New Century*. Abingdon: Routledge 2005.
39. Hickman R., Hall P., Banister D.: *Planning more for sustainable mobility*. "Journal of Transport Geography" 2013, Vol. 33, p. 210–219.
40. Hesse M.: *The city as terminal. The urban context of logistics and freight transport*. Abingdon: Routledge 2008.
41. Dablan L., Rakotonarivo D.: *The impacts of logistics sprawl: How does the location of parcel transport terminals affect the energy efficiency of goods' movements in Paris and what can we do about it?* "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2010, Vol. 2, No. 3, p. 6087–6096.
42. Heitz A., Beziat A.: *The parcel industry in the spatial organization of logistics activities in the Paris region: inherited spatial patterns and innovations in urban logistics systems*. "Transportation Research Procedia" 2016, Vol. 12, p. 812–824.
43. Dablan L., Ross C.: *Atlanta: a mega logistics center in the Piedmont Atlantic Megaregion (PAM)*. "Journal of Transport Geography" 2012, Vol. 24, p. 432–442.
44. Dablan L., Goodchild A., Ogilvie S.: *Logistics sprawl: differential warehousing development patterns in Los Angeles and Seattle*. Transportation Research Board 93rd Annual Meeting, January 12–16, Washington DC 2014, Vol. 985, No. 206, p. 1–15.
45. Macário R.: Modeling for public policies inducement of urban freight business development. [W:] Akiva M.B., Meersman H., van de Voorde E. (red.), *Freight transport modelling*. Bingley: Emerald Group Publishing 2013. p. 405–432.
46. Alho A.R., de Abreu Silva J.: *Utilizing urban form characteristics in urban logistics analysis: A case study in Lisbon, Portugal*. "Journal of Transport Geography" 2015, Vol. 42, p. 57–71.
47. Ducret R., Lemarié B., Roset A.: Cluster analysis and spatial modeling for urban freight. Identifying homogeneous urban zones based on urban form and logistics characteristics. "Transportation Research Procedia" 2016, Vol. 12, p. 301–313.

48. Muñuzuri J., Cortés P., Guadix J., Onieva L.: *City logistics in Spain: why it might never work*. "Cities" 2012, Vol. 29, p. 133–141.
49. Aiura N., Taniguchi E.: *Planning on-street loading-unloading spaces considering the behaviour of pickup-delivery vehicles and parking enforcement*. "Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies" 2005, Vol. 6, p. 2963–2974.
50. Marcucci E., Gatta V., Scaccia L.: *Urban freight, parking and pricing policies: An evaluation from a transport providers' perspective*. "Transportation Research Part A: Policy and Practice" 2015, Vol. 74, p. 239–249.
51. de Abreu e Silva J., Alho A.R.: *Using structural equations modelling to explore perceived urban freight deliveries parking issues*. "Transportation Research Part A: Policy and Practice" 2017, Vol. 102 (C), p. 18–32.
52. Dezi G., Dondi G., Sangiorgi C.: *Urban freight transport in Bologna: planning commercial vehicle loading/unloading zones*. "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2010, Vol. 2, No. 3, p. 5990–6001.
53. Patier D., Dufour J.G.: *Introduction to discussion based on the experience of the French experimental and research programme*. [W:] ECMT, *Freight Transport and the City*. Round Table No. 109. Paris 1997.
54. Gerardin B., Patier D., Routhier J.L., Segalou E.: *Diagnostic du transport de marchandises dans une agglomération*. METL, Programme National „Marchandises en Ville" 2000.
55. Toilier F., Serouge M., Patier D., Routhier J.L.: *Enquêtes "Transport de Marchandises en Ville" – Contribution du Laboratoire d'Economie des Transports à un guide méthodologique*. [Rapport de recherche] Laboratoire d'Economie des Transports. Lyon 2014.
56. Allen J., Browne M., Cherrett T., McLeod F.: *Review of UK Urban Freight Studies. Green Logistics Project Work Module 9*. University of Westminster, University of Southampton 2008.
57. Nuzzolo A., Comi A.: *Urban freight transport policies in Rome: lessons learned and the road ahead*. "Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability" 2014, Vol. 8, No. 2, p. 1–15.
58. Wigan M.: *Review of the light goods and commercial vehicle (LGCV) sector. (Consultant report for UK Department for Transport Integrated Transport and economic Appraisal Division)*. Freight Modelling Report A3. Edinburgh 2001.
59. Ruesch M., Schmid T., Bohné S., Haefeli U., Walker D.: *Freight transport with vans: developments and measures*. "Transportation Research Procedia" 2016, Vol. 12, p. 79–92.
60. Allen J., Browne M.: *Vans and the economy*. Report of the Commission of Integrated Transport 2010.
61. Browne M., Allen J., Nemoto T., Visser J.: *Light goods vehicles in urban areas*. "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2010, Vol. 2, No. 3, p. 5911–5919.
62. Browne M., Rizet C., Allen J.: *A comparative assessment of the light goods vehicle fleet and the scope to reduce its CO2 emissions in the UK and France*. "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2014, Vol. 125, p. 334–344.
63. Gevaers R., van de Voorde E., Vanelslander T.: *Assessing characteristics of innovative concepts in last-mile logistics and urban distribution*. [W:] Conference proceedings of Metrans 2009. p. 1–22.
64. Boerkamps J., van Binsbergen A., Bovy P.: *Modeling behavioral aspects of urban freight movement in supply chains*. "Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board" 2000, Vol. 1725, p. 17–25.
65. Visser J., Van Binsbergen A., Nemoto T.: *Urban freight transport policy and planning*. First International Symposium on City Logistics, Cairns, Australia 1999.
66. Oskarbski J.: *Perspectives of telematics implementation in Tri-city transport systems management and planning*. "Communications in Computer and Information Science" 2011, Vol. 239, p. 233–240.
67. Oskarbski J., Zawisza M., Miszewski M.: *Information system for drivers within the integrated traffic management system – TRISTAR*. [W:] Mikulski J. (red.), *Tools of transport telematics*.

- 15th International Conference on Transport Systems Telematics, TST 2015, Wroclaw, Poland, April 15–17, 2015. Selected Papers. Cham: Springer International Publishing 2015. p. 131–140.
68. Oskarbski J., Kaszubowski D.: *Potential for ITS/ICT solutions in urban freight management*. “Transportation Research Procedia” 2016, Vol. 16, p. 433–448.
 69. Oskarbski J., Kaszubowski D.: *Implementation of weigh-in-motion system in freight traffic management in urban areas*. “Transportation Research Procedia” 2016, Vol. 16, p. 449–463.
 70. Browne M., Allen J., Nemoto T., Patier D., Visser J.: *Reducing social and environmental impacts of urban freight transport: a review of some major cities*. “Procedia – Social and Behavioral Sciences” 2012, Vol. 39, p. 19–33.
 71. Ruesch M., Hegi P., Haefeli U., Matti D., Schultz B., Rütsche P.: *Sustainable goods supply and transport in conurbations: freight strategies and guidelines*. “Procedia – Social and Behavioral Sciences” 2012, Vol. 39, p. 116–133.
 72. Crainic T.G., Ricciardi N., Storch G.: *Models for evaluating and planning city logistics systems*. “Transportation Science” 2009, Vol. 43, p. 432–454.
 73. Ruesch M., Petz C.: *Best practice update (2008). Part II. Public Private Partnerships (PPP) in urban freight transport 2008*.
 74. Allen J., Anderson S., Browne M., Jones P.: *Urban goods and service transport – Report 3: Making urban goods and service operations more sustainable: policy measures and company initiatives*. University of Westminster 2000.
 75. Macharis C., Verlinde S.: *Sharing urban space: a story of stakeholder support*. [W:] Wolmar Ch. (red.), *Urban freight for livable cities. How to deal with collaboration and trade-offs*. The Volvo Research and Educational Foundations, VREF 2012.
 76. Schliwa G., Armitage R., Aziz S., Evans J., Rhoades J.: *Sustainable city logistics – making cargo cycles viable for urban freight transport*. “Research in Transportation Business and Management” 2014, Vol. 15, p. 50–57.
 77. Baptista P., Melo S., Costa A.: *Comparing the use of small sized electric vehicles with diesel vans on city logistics*. “Procedia – Social and Behavioral Sciences” 2014, Vol. 111, p. 350–359.
 78. Quak H., Nesterova N., van Rooijen T.: *Possibilities and barriers for using electric-powered vehicles in city logistics practice*. “Transportation Research Procedia” 2016, Vol. 12, p. 157–169.
 79. Niewoehner W., Berg A.: *Endangerment of pedestrians and bicyclists at intersections*. 19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV). Washington DC 2005.
 80. Talbot R., Reed S., Barnes J., Thomas P.: *Pedal cyclist fatalities in London. Analysis of police collision files (2007–2011)*. University College London and Loughborough University on behalf of Transport for London 2014.
 81. Routhier J., Toilier F.: *FRETURB V3, a policy oriented software of modelling urban goods movement*. 11th WCTR Jun 2007, Berkeley, p. 23.
 82. Ambrosini C., Routhier J.L.: *Objectives, methods and results of surveys carried out in the field of urban freight transport: an international comparison*. “Transport Reviews” 2004, Vol. 24, No. 1, p. 57–77.
 83. Bonnafous A., Patier D., Routhier J.L., Toilier F., Serouge M.: *French surveys of the delivery approach: from cross-section to diachronic analyses*. “Transportation Research Procedia” 2016, Vol. 12, p. 181–192.
 84. Ambrosini C., Patier D., Routhier J.L.: *Urban freight establishment and tour based surveys for policy oriented modelling*. “Procedia – Social and Behavioral Sciences” 2010, Vol. 2, No. 3, p. 6013–6026.
 85. Lopez C., Gonzalez-Feliu J., Chiabaut N., Leclercq L.: *Assessing the impacts of goods deliveries’ double line parking on the overall traffic under realistic conditions*. 6th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain 2016, June 1–4, Bordeaux, France.

86. Paris City Council – Direction de la Voirie et des Déplacements: *Technical guide to delivery areas for the city of Paris*. Paris 2005.
87. Toilier F., Serouge M., Routhier J., Patier D.: *How can urban goods movements be surveyed in a megacity? The case of the Paris region*. “Transportation Research Procedia” 2016, Vol. 12, p. 570–583.
88. Cherrett T., Allen J., McLeod F., Maynard S., Hickford A., Browne M.: *Understanding urban freight activity – key issues for freight planning*. “Journal of Transport Geography” 2012, Vol. 24, p. 22–32.
89. Allen J., Tanner G., Browne M., Anderson S., Christodoulou G., Jones P.: *Modelling policy measures and company initiatives for sustainable urban distribution. Final Technical Report. Project carried out as part of the EPSRC/DfT Future Integrated Transport Programme*. Westminster 2003.
90. Edwards J., Mckinnon A., Cherrett T., McLeod F., Song L.: *Carbon dioxide benefits of using collection-delivery points for failed home deliveries in the United Kingdom*. “Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board” 2010, Vol. 2191, p. 136–143.
91. Browne M., Allen J., Steele S., Cherrett T., McLeod F.: *Analysing the results of UK urban freight studies*. “Procedia – Social and Behavioral Sciences” 2010, Vol. 2, No. 3, p. 5956–5966.
92. Holguín-Veras J., Jaller M.: *Comprehensive freight demand data collection framework for large urban areas*. [W:] Gonzalez-Feliu J., Semet F., Routhier J.L. (red.), *Sustainable urban logistics: concepts, methods and information systems*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2014. p. 91–112.
93. Patier D., Routhier J.L.: How to improve the capture of urban goods movement data? [In:] Bonnel P., Lee-Gosselin M., Zmud J., Madre J.L. (red.), *Transport survey methods: keeping up with a changing world*. Bingley: Emerald Group Publishing 2009, p. 15–251.
94. Patier D., Routhier J.L.: *D 3.2. BESTUFS Best Practice in data collection, modelling approaches and application fields for urban commercial transport models*. Lyon 2008.
95. Alho A.R., de Abreu e Silva J.: *Lisbon’s establishment-based freight survey: revealing retail establishments’ characteristics, goods ordering and delivery processes*. “European Transport Research Review” 2015, Vol. 7, No. 2.
96. Gonzalez-Feliu J., Gardrat M., Pluvinet P., Ambrosini C.: *Urban goods movement estimation for public decision support: goals, approaches and applications* 2012.
97. Allen J., Browne M.: *Review of survey techniques used in urban freight studies*. Transport Studies Group, University of Westminster. London 2008.
98. Kaszubowski D.: *Zastosowanie benchmarkingu w logistyce miejskiej*. “Logistyka” 2011, Vol. 5, p. 1073–1082.
99. Iwan S.: *Zapotrzebowanie na dane, informacje i wiedzę w zarządzaniu miejskim transportem towarowym*. Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2015. No. 249.
100. Allen J., Browne M.: *Survey forms used in urban freight studies*. Transport Studies Group, University of Westminster. London 2008.
101. Victoria I.C., Walton C.M.: *Freight data needs at the metropolitan level and the suitability of intelligent transportation systems in supplying MPOs with the needed freight data*. Southwest Region University Transportation Center, The University of Texas at Austin 2004.
102. Fischer M.J., Baron F.: *Truck trip generation data*. Washington, DC: National Academy Press 2001.
103. Lawson C., Stratham J.: *Survey methods for assessing freight industry opinions* Washington, DC: U.S. Department for Transportation 2002.
104. Ma X., McCormack E., Wang Y.: *Processing commercial global positioning system data to develop a web-based truck performance measures program*. “Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board” 2011, Vol. 2246, p. 92–100.
105. Sharman B., Roorda M.: *Analysis of freight global positioning system data*. “Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board” 2011, Vol. 2246, p. 83–91.

106. Sturm K., Pourabdollahi Z., Mohammadian A., Kawamura K.: *GPS and driver log-based survey of grocery trucks in Chicago, Illinois*. "Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board" 2014, Vol. 2410, p. 31–38.
107. Comendador J., López-Lambas M.E., Monzón A.: A GPS analysis for urban freight distribution. "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2012, Vol. 39, p. 521–533.
108. Yang X.: *Urban freight delivery stop identification using GPS data*. Transportation Research Board 93rd Annual Meeting 2014.
109. Pluvinet P., Gonzalez-Feliu J., Ambrosini C.: *GPS data analysis for understanding urban goods movement*. "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2012, Vol. 39, p. 450–462.
110. Wang Y., Potter A.: *The application of real time tracking technologies in freight transport*. Proceedings – International Conference on Signal Image Technologies and Internet Based Systems, SITIS 2007, p. 298–304.
111. Browne M., Allen J., Woodburn A.G., Patier D., Routhier J.L., Ambrosini C.: *Comparison of urban freight data collection in European countries*. Paper for the 11th World Conference on Transportation Research, Berkeley, USA 2007.
112. Jacyna M. (red.). *System logistyczny Polski. Uwarunkowania techniczno-technologiczne komodalności transportu*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2012.
113. Kulpa T.: *Modelowanie potencjałów ruchotwórczych w drogowych przewozach ładunków w skali regionu*. Rozprawa doktorska. Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Drogowej i Kolejowej, Kraków 2013.
114. Cupryjak P., Wasiak M.: *Uwarunkowania modelowania przewozów ładunków*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Z. 97. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2013.
115. Datka S., Suchorzewski W., Tracz M.: *Inżynieria ruchu*. Warszawa: Wydawnictwo Komunikacji i Łączności 1997.
116. Miasto Poznań: *Kompleksowe badania ruchu – Poznań 2000. Diagnoza i wnioski*. Poznań 2000.
117. Zipser T. z zespołem: *Analiza badań komunikacyjnych ruchu samochodów ciężarowych na obszarze miasta Wrocławia*. Wrocław 2000.
118. BPRW: *Studium komunikacyjne dla miasta Łodzi*. Warszawa–Łódź 2002.
119. PBS: *Kompleksowe badania ruchu dla miasta Krakowa*. Sopot 2003.
120. PBS: *Kompleksowe badania ruchu w strefie podmiejskiej Krakowa*. Sopot–Warszawa, 2007.
121. Kaszubowski D.: *Evaluation of urban freight management measures*. "LogForum" 2012. Vol. 8, No. 3, p. 217–229.
122. PBS: *Kompleksowe badania ruchu na terenie miasta Gdańska. Raport V – opracowanie wyników*. Sopot 1999.
123. Kijewska K., Iwan S.: *Analysis of the functioning of urban deliveries in the city centre and its environmental impact based on Szczecin example*. "Transportation Research Procedia" 2016, Vol. 12, p. 739–749.
124. European Commission: *Together towards competitive and resource efficient urban mobility*. COM (2013) 913. 2013.
125. European Commission: *A call to action on urban logistics*. SWD (2013) 524. 2013.
126. United Nations: *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future (Brundtland Report)* 1987.
127. European Commission: *Towards a thematic strategy on the urban environment*. COM (2004) 60. 2004.
128. May T., Jarvi-Nykanen T., Minken H., Ramjerdi F., Matthews B., Monzon A.: *Procedures for Recommending Optimal Sustainable Planning of European City Transport Systems. Deliverable No. 1. Cities' decision-making requirements*. Institute for Transport Studies, University of Leeds 2001.
129. Wolfram M.: *Expert Working Group on Sustainable Urban Transport Plans Final Report*. Cologne 2004.

130. Goldman T., Gorham R.: *Sustainable urban transport: four innovative directions*. "Technology in Society" 2006, Vol. 28, No. 1–2, p. 261–273.
131. Behrends S., Lindholm M., Woxenius J.: *The impact of urban freight transport: a definition of sustainability from an actor's perspective*. "Transportation Planning and Technology" 2008, Vol. 31, No. 6, p. 693–713.
132. Kaszubowski, D.: Determination of objectives for urban freight policy. *LogForum* 10(4). 2014. Vol. 10, no. 4, p. 409–422.
133. Taniguchi E., Thompson R.G., Yamada T.: *Visions for city logistics*. [W:] *Logistics systems for sustainable cities*. Bingley: Emerald Group Publishing 2004, p. 1.
134. Kaszubowski D.: *Recommendations for urban freight policy development in Gdynia*. "Transportation Research Procedia" 2016, Vol. 12, p. 886–899.
135. Kaszubowski D.: *Proces zarządzania realizacją działań dotyczących miejskiego transportu ładunków*. "Logistyka" 2014, Vol. 3, p. 2802–2812.
136. Williamson M., Fischer M., Brogan J.: *Guidebook for freight policy, planning, and programming in small-and medium-sized metropolitan areas*. Transportation Research Board, NCHRP Report 570. Washington, DC 2007.
137. May A.D., Kelly C., Shepherd S.: *The principles of integration in urban transport strategies*. "Transport Policy" 2006, Vol. 13, No. 4, p. 319–327.
138. Hull A.: *Policy integration: What will it take to achieve more sustainable transport solutions in cities?* "Transport Policy" 2008, Vol. 15, No. 2, p. 94–103.
139. Pawłowska B.: *Zewnętrzne koszty transportu. Problem ekonomicznej wyceny*. Sopot: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego 2000.
140. Browne M., Allen J.: *Enhancing the sustainability of urban freight transport and Logistics*. "Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific" 2011, Vol. 44, No. 80, p. 1–19.
141. Schoemaker J., Allen J., Huschebeck M., Monigl J.: *BESTUFS II: Quantification of urban freight transport effects* 2006.
142. COST 321: *COST 321. Urban goods transport. Final report of the action*. Luxembourg: European Commission, Directorate General Transport 1998.
143. Muñuzuri J., Larrañeta J., Onieva L., Cortés P.: *Solutions applicable by local administrations for urban logistics improvement*. "Cities" 2005, Vol. 22, No. 1, p. 15–28.
144. Allen J., Browne M., Thorne G.: *BESTUFS II: Good practice guide on urban freight transport* 2007.
145. City Ports: *City Ports project interim report*. Bologna 2005.
146. Van Duin J.H.R., Quak H.J.: *City logistics: A chaos between research and policy making? A review*. "WIT Transactions on the Built Environment" 2007, Vol. 96, p. 135–146.
147. Comi A., Delle Site P., Filippi F., Marcucci E., Nuzzolo A.: *Differentiated regulation of urban freight traffic: Conceptual framework and examples from Italy*. Proceedings of the 13th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies: Transportation and Management Science 2008.
148. Quak H., de Koster M.B.M.: *Urban distribution: The impacts of different governmental time-window schemes*. ERIM Report Series 2006.
149. Patier D., Browne M.: *A methodology for the evaluation of urban logistics innovations*. "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2010, Vol. 2, No. 3, p. 6229–6241.
150. Henriot F., Patier D., Bossin P., Gérardin B.: *Méthodologie d'évaluation des innovations en matière de logistique urbaine. Programme national de Recherche et d'innovation dans les Transports terrestres à l'initiative du Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durable* 2008.
151. Leonardi J., Browne M., Allen J., Bohne S., Ruesch M.: *Best practice factory for freight transport in Europe: demonstrating how 'good' urban freight cases are improving business profit and public sectors benefits*. "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2014, Vol. 125, p. 84–98.

152. Ruesch M., Bohne S., Leonardi J., Dasburg N.: *BESTFACT Best Practice Handbook 1 – Deliverable D2.2*. 2013.
153. Russo F., Comi A.: *A model system for the ex-ante assessment of city logistics measures*. "Research in Transportation Economics" 2011, Vol. 31, p. 81–87.
154. Jacyna M.: *Modelowanie i ocena systemów transportowych*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2009.
155. Jacyna M.: *Modelowanie wielokryterialne w zastosowaniu do oceny systemów transportowych*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport 2001. Z. 47, p. 3–139.
156. Leszczyński J.: *Modelowanie systemów i procesów transportowych*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1994.
157. Bonnafous A., Gonzalez-Feliu J., Routhier J.L.: *An alternative UGM paradigm to O-D matrices: The FRETURB model*. 13th World Conference on Transport Research (13th WCTR). 2013.
158. De Jong G., Gunn H., Walker W.: *National and international freight transport models: an overview and ideas for future development*. "Transport Reviews" 2004. Vol. 24, No. 1, p. 103–124.
159. Marzano V., Papola A.: *Modelling freight demand at a national level: theoretical developments and application to italian demand*. Proceedings of the European Transport Conference 2004.
160. Tavasszy L.A., Smeenk B., Ruijgrok C.J.: *A DSS for modelling logistic chains in freight transport policy analysis* 2006.
161. Bovenkerk M.: Smile+: The new and improved Dutch national freight model system. Proceedings of ETC 2005, Strasbourg, France 18–20 September 2005 – Transport Policy and Operations – Freight and Logistics – Freight Modelling I 2005.
162. *Prognose der deutschen und weiten Verkehrsverflechtungen 2025*. Munchen/Freiburg 2007.
163. de Jong G., Ben-Akiva M.: *A micro-simulation model of shipment size and transport chain choice*. "Transportation Research Part B: Methodological" 2007, Vol. 41, No. 9, p. 950–965.
164. de Jong G., Vierth I., Tavasszy L., Ben-Akiva M.: *Recent developments in national and international freight transport models within Europe*. "Transportation" 2013, Vol. 40, No. 2, p. 347–371.
165. Pendyala R., Shankar V., McCullough R.: *Freight travel demand modeling: synthesis of approaches and development of a framework*. "Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board" 2000, Vol. 1725, p. 9–16.
166. Jong G de., Tavasszy L., Bates J., Grønland S.E., Huber S., Kleven O., Lange P., Ottemöller O., Schmorak N.: *The issues in modelling freight transport at the national level*. Case Studies on Transport Policy 2016, Vol. 4, No. 1, p. 13–21.
167. Krieger D., McCumber M., Clavelle A., Gan B.: *Freight transport surveys. NCHRP Report 410*. 2011.
168. Park M., Hahn J.: *Regional freight demand estimation using Korean commodity flow survey data*. "Transportation Research Procedia" 2015, Vol. 11, p. 504–514.
169. Tavasszy L.A., Ruijgrok K., Davydenko I.: *Incorporating logistics in freight transport demand models: state-of-the-art and eesearch opportunities*. "Transport Reviews" 2012, Vol. 32, No. 2, p. 203–219.
170. Chow J.Y.J., Yang C.H., Regan A.C.: *State-of-the art of freight forecast modeling: Lessons learned and the road ahead*. "Transportation" 2010, Vol. 37, No. 6, p. 1011–1030.
171. Demetsky M.J.: *Measurement of urban commodity movements*. "Transportation Research Record" 1974, No. 496.
172. Slavin H.: *Demand for urban goods vehicle trips*. "Transportation Research Record" 1976, No. 591, p. 32–37.
173. Eriksson J.: *Urban freight transport forecasting - an empirical approach*. Transactions on the Build Environment. Ashurst: WIT Press 1995. p. 359–369.
174. Gentile G., Vigo D.: *Movement generation and trip distribution for freight demand modelling applied to city logistics*. "European Transport – Trasporti Europei" 2013, No. 54, p. 1–27.

175. Boerkamps J., Van Binsbergen A.: GoodTrip – a new approach for modelling and evaluation of urban goods distribution. [W:] Taniguchi E., Thompson R. (red.), *City logistics I*. Kyoto: Institute of Systems Science Research 1999, p. 175–196.
176. Vigo D., Gentile G.: *A demand model for freight movements based on a tree classification of the economic activities applied to city logistics*. City Goods. BESTUFS 2nd Roundtable, project. Wildau 2006.
177. Russo F., Carteni A.: *Application of a tour-based model to simulate distribution in large urban areas*. [W:] Taniguchi E., Thompson R. (red.), *Recent advances in city logistics – proceedings of the 4th International Conference on City Logistics*. Amsterdam: Elsevier 2006, p. 31–45.
178. Russo F., Comi A.: *A modelling system to simulate goods movements at an urban scale*. “Transportation” 2010, Vol. 37, No. 6, p. 987–1009.
179. Nuzzolo A., Crisalli U., Comi A.: *A trip chain order model for simulating urban freight restocking*. “European Transport – Trasporti Europei” 2012, Vol. 39, No. 50, p. 664–676.
180. Cascetta E., Carteni A., Pagliara F., Montanino M.: *A new look at planning and designing transportation systems: a decision-making model based on cognitive rationality, stakeholder engagement and quantitative methods*. “Transport Policy” 2015, Vol. 38, p. 27–39.
181. Marcucci E., Le Pira M., Gatta V., Inturri G., Ignaccolo M., Pluchino A.: *Simulating participatory urban freight transport policy-making: accounting for heterogeneous stakeholders’ preferences and interaction effects*. “Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review” 2017, Vol. 103, p. 69–86.
182. Gatta V., Marcucci E.: *Urban freight transport and policy changes: Improving decision makers’ awareness via an agent-specific approach*. “Transport Policy” 2014, Vol. 36, p. 248–252.
183. Marcucci E., Gatta V.: *How good are retailers in predicting transport providers’ preferences for urban freight policies?... And vice versa?* “Transportation Research Procedia” 2016, Vol. 12, p. 193–202.
184. Holguín-Veras J., Amaya Leal J., Seruya BB.: *Urban freight policymaking: The role of qualitative and quantitative research*. “Transport Policy” 2017, Vol. 56, p. 75–85.
185. Taniguchi E., Qureshi A.G., Konda K.: *Multi-agent simulation with reinforcement learning for evaluating a combination of city logistics policy measures*. [W:] Taniguchi E., Thompson R. (red.), *City logistics 2: modeling and planning initiatives*. Wiley 2018.
186. Davidsson P., Henesey L., Ramstedt L., Törnquist J., Wernstedt F.: *An analysis of agent-based approaches to transport logistics*. “Transportation Research Part C: Emerging Technologies” 2005, Vol. 13, No. 4, p. 255–271.
187. Taniguchi E., Thompson R.G., Yamada T.: *Emerging techniques for enhancing the practical application of city logistics models*. “Procedia – Social and Behavioral Sciences” 2012, Vol. 39, p. 3–18.
188. Holmgren J., Davidsson P., Persson J.A., Ramstedt L.: *TAPAS: a multi-agent-based model for simulation of transport chains*. “Simulation Modelling Practice and Theory” 2012, Vol. 23, p. 1–18.
189. van Duin J.H.R., van Kolck A., Anand N., Tavasszy L. órán. A., Taniguchi, E.: *Towards an agent-based modelling approach for the evaluation of dynamic usage of urban distribution centres*. “Procedia – Social and Behavioral Sciences” 2012, Vol. 39, p. 333–348.
190. Mommens K., Lebeau P., Verlinde S., van Lier T., Macharis C.: *Evaluating the impact of off-hour deliveries: an application of the TRansport Agent-Based model*. “Transportation Research Part D: Transport and Environment” 2018, Vol. 62, p. 102–111.
191. Anand N., Yang M., Van Duin J.H.R., Tavasszy L.: *GenCLOn: an ontology for city logistics*. “Expert Systems with Applications” 2012, Vol. 39, No. 15, p. 11944–11960.
192. Roorda M.J., Cavalcante R., McCabe S., Kwan H.: *A conceptual framework for agent-based modelling of logistics services*. “Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review” 2010, Vol. 46, No. 1, p. 18–31.

193. Le Pira M., Ignaccolo M., Inturri G., Pluchino A., Rapisarda A.: *Modelling stakeholder participation in transport planning*. "Case Studies on Transport Policy" 2016, Vol. 4, No. 3, p. 230–238.
194. Le Pira M., Inturri G., Ignaccolo M., Pluchino A., Rapisarda A.: *Simulating opinion dynamics on stakeholders' networks through agent-based modeling for collective transport decisions*. "Procedia Computer Science" 2015, Vol. 52, No. 1, p. 884–889.
195. Macharis C., Turcksin L., Lebeau K.: *Multi actor multi criteria analysis (MAMCA) as a tool to support sustainable decisions: State of use*. "Decision Support Systems" 2012, Vol. 54, No. 1, p. 610–620.
196. Macharis C., Bernardini A.: *Reviewing the use of multi-criteria decision analysis for the evaluation of transport projects: time for a multi-actor approach*. "Transport Policy" 2015, Vol. 37, p. 177–186.
197. te Boveldt G., Van Raemdonck K., Macharis C.: *A new railway tunnel under Brussels? Assessing political feasibility and desirability with competence-based multi criteria analysis*. "Transport Policy" 2018, Vol. 66, p. 30–39.
198. Baudry G., Macharis C., Vallee T.: *Can microalgae biodiesel contribute to achieve the sustainability objectives in the transport sector in France by 2030? A comparison between first, second and third generation biofuels through a range-based multi-actor multi-criteria analysis*. "Energy" 2018, Vol. 155, p. 1032–1046.
199. Meers D., van Lier T., Macharis C.: *Longer and heavier vehicles in Belgium: A threat for the intermodal sector?* "Transportation Research Part D: Transport and Environment" 2015, Vol. 61, p. 459–470.
200. Macharis C., De Witte A., Turcksin L.: *The multi-actor multi-criteria analysis (MAMCA) application in the Flemish long-term decision making process on mobility and logistics*. "Transport Policy" 2010, Vol. 17, No. 5, p. 303–311.
201. Verlinde S., Macharis C.: *Who is in favor of off-hour deliveries to Brussels supermarkets? Applying multi actor multi criteria analysis (MAMCA) to measure stakeholder support*. "Transportation Research Procedia" 2016, Vol. 12, p. 522–532.
202. Macharis C., Milan L., Verlinde S.: *A stakeholder-based multicriteria evaluation framework for city distribution*. "Research in Transportation Business and Management" 2014, Vol. 11, p. 75–84.
203. Buldeo Rai H., van Lier T., Meers D., Macharis C.: *Improving urban freight transport sustainability: Policy assessment framework and case study*. "Research in Transportation Economic" 2017, Vol. 64, p. 26–35.
204. Gonzalez-Feliu J., Semet F., Routhier J.L.: *Sustainable urban logistics: Concepts, methods and information systems*. Springer 2014.
205. Bickel P., Arampatzis G., Burgess A. et al.: HEATCO Deliverable 7. Final technical report. *Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*. IER, Germany 2004.
206. Beria P., Maltese I., Mariotti I.: *Multicriteria versus cost benefit analysis: a comparative perspective in the assessment of sustainable mobility*. "European Transport Research Review" 2012, Vol. 4, No. 3, p. 137–152.
207. Iwan S., Kotowska I., Kijewska K., Jedliński M.: *Assumptions of social cost-benefit analysis for implementing urban freight transport measures*. [W:] Taniguchi E., Thompson R. (red.), *City logistics 2: modeling and planning initiatives*. Wiley 2018.
208. Gonzalez-Feliu J.: *Costs and benefits of railway urban logistics: a prospective social cost benefit analysis*. IDEAS Working Paper Series from RePEc 2014.
209. Balm S., Macharis C., Milan L., Quak H.: *A city distribution impact assessment framework*. [W:] Blanquart C., Clausen U., Jacob B. (red.), *Towards innovative freight and logistics*. John Wiley & Sons 2016, p. 353–367.

210. Annema J.A., Mouter N., Razaei J.: *Cost-benefit analysis (CBA), or multi-criteria decision-making (MCDM) or both: Politicians' perspective in transport policy appraisal*. "Transportation Research Procedia" 2015, Vol. 10, p. 788–797.
211. Balm S., Browne M., Leonardi J., Quak H.: *Developing an evaluation framework for innovative urban and interurban freight transport solutions*. "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2014, Vol. 125, p. 386–397.
212. Holmgren J.: *Using cost–benefit analysis to evaluate city logistics initiatives: an application to freight consolidation in small- and mid-sized urban areas*. [W:] Taniguchi E., Thompson R. (red.), *City logistics 2: modeling and planning initiatives*. Wiley 2018.
213. Gonzalez-Feliu J.: *Costs and benefits of logistics pooling for urban freight distribution: scenario simulation and assessment for strategic decision support*. Seminario CREI, Roma 2011, p. 1–24.
214. Regue R., Bristow A.L.: *Appraising freight tram schemes: a case study of Barcelona*. "European Journal of Transport and Infrastructure Research" 2013, Vol. 13, No. 1, p. 56–78.
215. Kin B., Verlinde S., Van Lier T., Macharis C.: *Is there life after subsidy for an urban consolidation centre? An investigation of the total costs and benefits of a privately-initiated concept*. "Transportation Research Procedia" 2016, Vol. 12, p. 357–369.
216. Gonzalez-Feliu J.: *A joint freight catchment and cost benefit analysis to assess rail urban logistics scenarios* BT. [W:] Temponi C., Vandaele N. (red.). *Information systems, logistics, and supply chain*. Cham: Springer International Publishing 2018, p. 14–27.
217. Eidhammer O., Andersen J.: *A socio-economic analysis of harmonizing the dimensions of lorries and loading docks in Norwegian cities – costs, benefits and logistic efficiency*. "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2014, Vol. 151, No. 1877, p. 37–47.
218. Gonzalez-Feliu J., Routhier J.L.: *Modeling urban goods movement: how to be oriented with so many approaches?* "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2012, Vol. 39, p. 89–100.
219. Southworth F.: *An urban goods movement model: framework and some results*. "Papers of the Regional Science Association" 1982, Vol. 50, No. 1, p. 165–184.
220. Young W., Richardson A.J., Ogden K.W., Rattray A.L.: *An inter-urban freight mode choice model*. "Transportation Planning and Technology" 1983, Vol. 8, No. 1, p. 61–80.
221. Sonntag H.: *A computer model of urban commercial traffic – analysis, basic concept and application*. "Transport Policy and Decision Making" 1985, Vol. 3, p. 171–180.
222. Maat K., Visser J.: *A simulation model for urban freight transport*. [W:] *Proceedings of the Second Joint European Conference & Exhibition on Geographical Information (Vol. 1) : From Research to Application Through Cooperation: From Research to Application Through Cooperation*. Amsterdam: IOS Press 1996, p. 699–702.
223. Harris R.I.D., Liu A.: *Input-output modelling of the urban and regional economy: the importance of external trade*. "Regional Studies" 1998, Vol. 32, No. 9, p. 851–862.
224. Holguin-Veras J.: *A framework for an integrative freight market simulation*. [W:] *Intelligent Transportation Systems. Proceedings, IEEE* 2000.
225. Russo F., Comi A.: *A general multi-step model for urban freight movements*. *Proceedings of European Transport Conference – PTRC*, Cambridge, UK 2002.
226. Xu J., Hancock K.L., Southworth F.: *Dynamic freight traffic simulation providing real-time information*. *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference* 2003, Vol. 2, p. 1711–1719.
227. Crainic T.G., Ricciardi N., Storchi G.: *Advanced freight transportation systems for congested urban areas*. "Transportation Research Part C: Emerging Technologies" 2004, Vol. 12, No. 2, p. 119–137.
228. Holguín-Veras J., Thorson E., Ozbay K.: *Preliminary results of experimental economics application to urban goods modeling research*. "Transportation Research Record" 2004, Vol. 1873, No. 1, p. 9–16.
229. Taniguchi E., Shimamoto H.: *Intelligent transportation system based dynamic vehicle routing and scheduling with variable travel times*. "Transportation Research Part C: Emerging Technologies" 2004, Vol. 12, No. 3–4, p. 235–250.

230. Taniguchi E., Tamagawa D.: *Evaluating city logistics measures considering the behavior of several stakeholders*. "Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies" 2005, Vol. 6, p. 3062–3076.
231. Hensher D.A., Puckett S.M.: *Refocusing the modelling of freight distribution: development of an economic-based framework to evaluate supply chain behaviour in response to congestion charging*. "Transportation" 2005, Vol. 32, No. 6, p. 573–602.
232. Friesz T.L., Holguín-Veras J.: *Dynamic game-theoretic models of urban freight: formulation and solution approach*. [W:] Reggiani A., Schintler L.A. (red.), *Methods and models in transport and telecommunications: cross Atlantic perspectives*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2005. p. 143–161.
233. Janssen T., Vollmer R.: *Development of a urban commercial transport model for smaller areas*. [W:] German Society for Geography Annual Meeting, Berlin 2005.
234. Figliozzi M.: *Modeling impact of technological changes on urban commercial trips by commercial activity routing type*. "Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board" 2006, Vol. 1964, p. 118–126.
235. Yannis G., Golias J., Antoniou C.: *Effects of urban delivery restrictions on traffic movements*. "Transportation Planning and Technology" 2006, Vol. 29, No. 4, p. 295–311.
236. Figliozzi M.A.: *Analysis of the efficiency of urban commercial vehicle tours: data collection, methodology, and policy implications*. "Transportation Research Part B: Methodological" 2007, Vol. 41, p. 1014–1032.
237. Hunt J.D., Stefan K.J.: *Tour-based microsimulation of urban commercial movements*. "Transportation Research Part B: Methodological" 2007, Vol. 41, No. 9, p. 981–1013.
238. Wisetjindawat W., Sano K., Matsumoto S., Raathanachonkun P.: *Micro-simulation model for modeling freight agents interaction in urban freight movement*. [W:] 86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 21–25, Washington 2007.
239. Holguín-Veras J., Patil G.: *Integrated origin-destination synthesis model for freight with commodity-based and empty trip models*. "Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board" 2007, Vol. 2008, p. 60–66.
240. Wang Q., Holguín-Veras J.: *Tour-based entropy maximization formulations of urban commercial vehicle movements*. [W:] Proceedings of the European Transport Conference, Delft 2008.
241. Kanaroglou P.S., Buliung R.N.: *Estimating the contribution of commercial vehicle movement to mobile emissions in urban areas*. "Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review" 2008, Vol. 44, No. 2, p. 260–276.
242. Holguín-Veras J.: *Necessary conditions for off-hour deliveries and the effectiveness of urban freight road pricing and alternative financial policies in competitive markets*. "Transportation Research Part A: Policy and Practice" 2008, Vol. 42, No. 2, p. 392–413.
243. Friesz T.L., Mookherjee R., Holguín-Veras J., Rigdon M.A.: *Dynamic pricing in an urban freight environment*. "Transportation Research Part B: Methodological" 2008, Vol. 42, No. 4, p. 305–324.
244. Muñuzuri J., Cortés P., Onieva L., Guadix J.: *Modeling Freight Delivery Flows: Missing Link of Urban Transport Analysis*. "Journal of Urban Planning and Development" 2009, Vol. 135, No. 3, p. 91–99.
245. Donnelly R., Wigan M., Thompson R.G.: *A hybrid microsimulation model of urban freight travel demand*. [W:] SHRP2 Innovations in Freight Demand Modeling and Data Symposium. Washington DC: Transportation Research Board 2010.
246. Filippi F., Nuzzolo A., Comi A., Site P.D.: *Ex-ante assessment of urban freight transport policies*. "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2010, Vol. 2, No. 3, p. 6332–6342.
247. Muñuzuri J., Cortés P., Onieva L., Guadix J.: *Modelling peak-hour urban freight movements with limited data availability*. "Computers and Industrial Engineering" 2010, Vol. 59, No. 1, p. 34–44.

248. Kaszubowski D.: *Relevance of urban freight transport modelling towards the challenges of urban freight policy*. [W:] Suchanek M. (red.), *New research trends in transport sustainability and innovation*. Cham: Springer International Publishing 2018, p. 122–134.
249. Oskarbski J., Kaszubowski D.: *Applying a mesoscopic transport model to analyse the effects of urban freight regulatory measures on transport emissions – an assessment*. “Sustainability” 2018, Vol. 10, 2515.
250. Okraszewska R., Romanowska A., Wołek M., Oskarbski J., Birr K., Jamroz K.: *Integration of a multilevel transport system model into sustainable urban mobility planning*. “Sustainability” 2018, Vol. 10, 479.
251. Uhlig J.: *Bestufs – German modelling, example VISEVA-W*. Wildau 2005.
252. Sonntag H., Meimbresse B.: *Modelling urban commercial traffic with model WIVER*. [W:] Patier D. (red.), *L'intégration des marchandises dans le système des déplacements urbains*. Lyon: Laboratoire d'Economie des Transports 2001, p. 93–106.
253. BMVBS: *Mobilitätsstudie “Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010”* 2010.
254. Ambrosini C., Meimbresse B., Routhier J.L., Sonntag H.: *Urban freight policy-oriented modelling in Europe*. Innovations in City Logistics 2008, p. 197–2012.
255. Gonzalez-Feliu J., Toilier F., Ambrosini C., Routhier J.L.: *Estimated data production for urban goods transport diagnosis*. [W:] Gonzalez-Feliu J., Semet F., Routhier J.L. (red.), *Sustainable urban logistics: concepts, methods and information systems*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2014. p. 113–143.
256. Patier D., Routhier J.L.: *Introduction au dossier thématique: la logistique urbaine, acquis et perspectives*. “Les Cahiers scientifiques du transport” 2009, No. 55, p. 5–10.
257. Patier D.: *L'intégration des marchandises dans le système de déplacements urbains : actes des treizièmes entretiens Jacques Cartier, 1er – 6 octobre 2000, Montréal (Québec)*. Laboratoire d'économie des transports. Coll. Etudes et Recherches 2000, n 15.
258. Routhier J.L., Aubert P.L.: *FRETURB, un modèle de simulation des transports de marchandises en ville*. [W:] 8th WCTR Antwerp proceedings 1999, Vol. 1, p. 531–544.
259. Gonzalez-Feliu J., Toilier F., Routhier J.L.: *End consumer goods movement generation in French medium urban areas*. “Procedia – Social and Behavioral Sciences” 2010, Vol. 2, No. 3, p. 6189–6204.
260. Gonzalez-Feliu J., Ambrosini C., Pluvinet P., Toilier F., Routhier J.L.: *A simulation framework for evaluating the impacts of urban goods transport in terms of road occupancy*. “Journal of Computational Science” 2012, Vol. 3, No. 4, p. 206–215.
261. Gonzalez-Feliu J., Ambrosini C., Routhier J.: *New trends on urban goods movement : modeling and simulation of e-commerce distribution*. “European Transport” 2012, No. 50, p. 1–23.
262. Segalou E., Ambrosini C., Routhier J.L.: *The environmental assessment of urban goods movement*. [W:] *Logistics systems for sustainable cities*. Bingley: Emerald Group Publishing 2004, p. 15–207.
263. Ambrosini C., Gonzalez-Feliu J., Toilier F.: *A design methodology for scenario-Analysis in urban freight modelling*. “European Transport – Trasporti Europei” 2013, Vol. 54, p. 1–21.
264. May A.D., Shepherd S.P., Timms P.M.: *Optimal transport strategies for European cities*. “Transportation” 2000, Vol. 27, No. 3, p. 285–315.
265. Zavitsas K., Kaparias I., Bell M.G.H., Nocera S.: *Urban traffic management and Intelligent Transport Systems: A European perspective*. Paper presented at the Transportation Research Board 90th Annual Meeting, 23–27 January 2011, Washington, DC 2011.
266. Sivakumar A.: *Modelling transport: a synthesis of transport modelling methodologies*. London: Imperial College 2007.
267. Macioszek E., Sierpiński G., Czapkowski L.: *Methods of modeling the bicycle traffic flows on the roundabouts*. [W:] Mikulski J. (red.), *Transport systems telematics*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2010, p. 115–124.
268. Givoni M., Beyazit E., Shiftan Y.: *The use of state-of-the-art transport models by policymakers – beauty in simplicity?* “Planning Theory & Practice” 2016, Vol. 17, No. 3, p. 385–404.

Metoda wspomagająca wybór modelu transportu ładunków przez samorząd lokalny

Celem monografii było opracowanie metody wspomagającej wybór modelu transportu ładunków, uwzględniającej wymagania zarządzania tym rodzajem transportu oraz operacyjne uwarunkowania wykorzystania modeli przez samorząd lokalny. Przyjęty cel wynika ze zidentyfikowanych luk badawczych związanych z wykorzystaniem modeli miejskiego transportu ładunków przez samorząd lokalny. Dotyczą one niedostatecznej umiejętności wyodrębnienia transportu ładunków w ramach miejskiego systemu transportowego i braku systemowego podejścia do tego zagadnienia oraz niezdecydowania samorządów w zakresie formułowania wymagań dla modeli jako narzędzi wspierających realizację miejskiej polityki transportowej. Dodatkowym problemem jest niedostatek badań nad wykorzystaniem modeli transportowych w realizacji działań usprawniających transport ładunków w miastach.

Uwzględniając wymienione czynniki, przeprowadzono kompleksową analizę zagadnień dotyczących organizacyjnej i podmiotowej charakterystyki miejskiego transportu ładunków, strategicznych celów zarządzania i stosowanych do ich realizacji narzędzi usprawniających, warunków implementacji modeli miejskiego transportu ładunków oraz możliwości wykorzystania w tym celu dostępnych metod wspomagania decyzji w transporcie.

W rezultacie powstała nowatorska metoda hierarchiczna, zapewniająca niewystępujący wcześniej poziom kompleksowości oraz funkcjonalnej integracji czynników pozwalających na opracowanie rekomendacji odnośnie do wyboru modelu miejskiego transportu ładunków. Metoda obejmuje poziomy: strategiczny (sparametryzowane cele zarządzania), taktyczny (wymagania analityczne narzędzi usprawniających) oraz operacyjny (uwarunkowania wykorzystania modeli przez samorząd). Elementem integrującym jest zastosowanie jednolitego zbioru kryteriów ilościowych, pozwalających na logiczne połączenie zagadnień o różnym poziomie szczegółowości.

Spójność metody poddano weryfikacji, stosując ją odniesieniu do wybranego miasta w Polsce. Uzyskane wyniki potwierdzają przyjęcie właściwego podejścia do założonego problemu badawczego. Stwierdzono jednoznacznie, że żaden z dostępnych modeli miejskiego transportu ładunków nie może być obecnie wykorzystany bez gruntownej przebudowy istniejącego systemu pozyskiwania danych oraz zasad planowania miejskiego transportu ładunków. Ze względu na uniwersalny charakter metoda może być stosowana przez wszystkie samorządy miejskie, bez konieczności każdorazowej adaptacji do lokalnych uwarunkowań i tworzenia odrębnych zbiorów kryteriów decyzyjnych.

Method supporting selection of the urban freight transport model by local authorities

The objective of the monograph was to develop a method supporting selection of an urban freight transport model. Designed to aid local authorities, the method takes account of how freight transport is managed and the capacity of local authorities to use models. Research gaps have been identified in the area of how local authorities use urban freight transport models. The objective of the work is to improve their capacity to capture freight transport from the entire urban transport system. There is also a lack of a systemic approach to the problem with local authorities unable to be specific about the models they need to better deliver their urban transport policies. In addition, research on how transport models can improve urban freight transport is scarce with regards to available improvement measures.

With these factors as the basis, a comprehensive analysis was conducted of urban freight transport in terms of how it is organised and operated, its strategic management goals and the tools used to meet them, the conditions for implementing urban freight transport models and the methods designed to support decision-making in the area of transport.

The result is a novel hierarchical method with an unprecedented level of comprehensiveness. It also ensures that factors that help to recommend an urban freight transport model are functionally integrated. The method includes a strategic (parametrised management objectives), tactical (analytical requirements of improvement tools) and operational level (conditions under which local authorities can use models). What binds it together is the method's uniform set of quantitative criteria to help with linking problems logically despite their varying levels of detail.

To test the consistency of the method, it was applied in a selected Polish city. The results show that the right approach was adopted to how the problem was studied. It is clear from the results that none of the available urban freight transport models can be used unless a general overhaul is carried out to change the existing system for data collection and urban freight transport planning. Because the method is universal it can be used by all city authorities without having to adapt it to their specific local needs or creating separate sets of decision-making criteria.