

Krzysztof Lewandowski  
Zakład Logistyki i Systemów Transportowych Politechniki Wrocławskiej

## Wykorzystanie transportu szynowego w logistyce miejskiej

Transport szynowy ładunków w obszarze miasta napotyka na szereg problemów wynikających z przyczyn technicznych, prawnych i organizacyjnych. Transport ten może bazować na wykorzystaniu klasycznych wagonów kolejowych, platform logistycznych i tramwajów towarowych. Powiązanie wszystkich technicznych środków transportu wymaga rozwiązania zagadnień kompatybilności organizacji i standaryzacji ładunków. Artykuł porusza obszar wspólnych uwarunkowań integracji transportu ładunków w ujęciu organizacyjnym logistyki miejskiej.

Logistyka miejska ujmuje zintegrowany transport ładunków jako czynnik warunkujący płynność przepływu towarów tranzytem przez miasto, jak i płynność dostaw do odbiorców w mieście oraz odbioru wyrobów od producentów i ich eksport poza granice miasta. Płynność ruchu ładunków w mieście napotyka na problemy:

- techniczne
- organizacyjne
- prawne.

Zagadnienia te wymagają analizy cząstkowej. Umożliwia to zdefiniowanie ograniczeń i możliwości dla zintegrowanego transportu szynowego w mieście.

### 1. Uwarunkowania techniczne

- 1.1. Rozstaw szyn
- 1.2. Skrajnia budowli
- 1.3. Naciski osiowe
- 1.4. Minimalny promień skrętu
- 1.5. Standaryzacja ładunków
- 1.6. Tabor

### 2. Uwarunkowania organizacyjne

- 2.7. Technika przeładunku
- 2.8. Punkty przeładunkowe, centra logistyczne
- 2.9. Sieć dystrybucji
- 2.10. Zarządzanie

### 3. Uwarunkowania prawne

- 3.11. Normy taboru i budowli
- 3.12. Prawo przewozowe

## 1. Uwarunkowanie techniczne

Obecne założenia platform logistycznych dopuszczają wjazd techniki kolejowej na torowiska tramwajowe. Zagadnienie to napotyka na szereg ograniczeń wynikających z faktu istniejącej infrastruktury kolejowej i tramwajowej. Jednym z nich jest rozstaw szyn.

### 1.1. Rozstaw szyn

Kolej normalnotorowa wykorzystuje tor o szerokości 1435 mm. Jest to najpopularniejszy standard toru na świecie. Został on przyjęty w artykule jako punkt odniesienia.

Torowiska tramwajowe mają różną szerokość toru. Dla przykładu dla Niemiec i Polski wynoszą one najczęściej 1000 i 1435, (1450 Drezno).

Stan taki uniemożliwia wjazd taboru kolejowego na torowiska tramwajowe. Aby umożliwić wjazd wagonów towarowych na torowiska tramwajowe, inne niż 1435 mm, możliwe są rozwiązania w postaci:

a) systemów zmiany szerokości rozstawu kół w wózkach kolejowych, np. SUW-2000 z Poznania, ale istotną przeszkodą w ich stosowaniu jest to, że są opracowane do wjazdu na torowiska szerokotorowe (1524 mm) oraz ich cena. Wymaga to stosowania punktów stopniowej zmiany szerokości toru.

b) stosowanie lor do przewozu wagonów normalnotorowych znanych z systemów kolejek wąskotorowych, rys. 1. Wymaga to stosowania specjalnych najazdów dla wagonów kolejowych.

c) wspólnych torowisk o odmiennym rozstawie szyn, na pewnych odcinkach ruchu rys. 2.

Zastosowanie któregoś z ww. rozwiązań napotyka na kolejną przeszkodę, jaką jest skrajnia budowli.

### 1.2. Skrajnia budowli

Skrajnia budowli dla taboru kolejowego nie jest problematyczna na szlakach kolejowych, zmienia się to zdecydowanie w przypadku chęci wprowadzenia taboru kolejowego na torowiska tramwajowe z uwagi na wymagania dla skrajni budowli dla taboru tramwajowego. Systemy tramwajowe powstawały w miastach, w różnych uwarunkowa-



Rys. 1. Transportery do przewozu wagonów normalnotorowych [22]



Rys. 2. Splot torów w Stuttgarcie [19]

niach historycznych. Uwarunkowało to dopuszczalną skrajnię budowli w danych systemach miejskich.

W Polsce unormowaną skrajnię budowli określa się:

- dla tramwajów: szerokość 3800 mm, wysokość 6000 mm
- dla kolei: szerokość 4000 mm, wysokość min. 4850 mm.
- nowym, coraz częściej stosowanym rozwiązaniem, są torowiska tramwajowe budowane z dopuszczeniem do ruchu autobusów. Tam stawia się wymagania skrajni budowli dla najszerszego środka transportu, autobusu (szerokość pojazdu 2550 mm).

Normy budowy torowisk stawiają wymagania co do maksymalnego nacisku na oś.

### 1.3. Naciski osiowe

Dla torowisk kolejowych (w Polsce) istnieją cztery klasy nacisków osiowych: 175kN, 200kN, 210kN i 225 kN.

Dla torowisk tramwajowych (w Polsce) istnieją dwie klasy nacisków osiowych: 75kN i 100kN.

Wpływa to na ograniczenie maksymalnej masy całkowitej środka transportu. Wymaga to stosowania większej ilości osi kół lub zmniejszenia dopuszczalnej masy całkowitej ładunku.

### 1.4. Minimalny promień łuku skrętu

Jest to ściśle związane z budową taboru: istnieniem wózków i kinematyką zawieszania.

Często spotykanym rozwiązaniem w taborze kolejowym są wagony dwu-

Tab. 2. Masa własna pojazdu w odniesieniu do dopuszczalnego nacisku osiowego i maksymalnej masy jednostki ładunkowej.

Dopuszczalny nacisk osiowy [kN]	Dopuszczalna masa całk. ładunku		Masa własna pojazdu [kg]
	[kg]	[kN]	
75	10160	101,6	19840
	16000	160,0	14000
	20320	203,2	9680
	24000	240,0	6000
100	10160	101,6	29840
	16000	160,0	24000
	20320	203,2	19680
	24000	240,0	16000

osiowe bezwózkowe. Chęć wprowadzenia ich na torowiska tramwajowe wymaga przekonstruowania kinematyki ich zawieszania lub specjalnego profilowania łuków torowisk tramwajowych gdzie zakłada się ich użycie.

Rozwiązaniem pośrednim jest stosowanie przebudowanych, specjalizowanych wagonów tramwajowych, ze wzmocnionymi wózkami.

### 1.5. Standaryzacja ładunków

Najmniejszą standaryzowaną jednostką ładunkową jest europaleta o wymiarach: 800x1200x1000 mm. Użycie jej jako podstawowej jednostki ładunkowej napotyka na ograniczenia natury ekonomicznej i organizacyjnej. Duża ilość małych jednostek ładunkowych wydłuża czas przeładunku i podnosi koszty.

Powszechnie stosowanymi jednostkami ładunkowymi w Europie są kontenery i nadwozia wymienne. Zestawienie w tabeli 1 obejmuje najpopularniejsze kontenery ISO, eurokontenery i nadwozia wymienne.

Z tabeli 1 wynika, że największą skrajnię posiada nadwozie wymienne C782, a masę szereg eurokontenerów 20'. Biorąc pod uwagę jako decydujące dopuszczalne naciski osiowe dla tramwajów i założeniu stosowania wózków (2x2) w taborze, dla maksymalnej masy ładunku, masa własna pojazdu może wynosić, tab. 2.

Analiza tabeli 2 wskazuje, że przy niższych dopuszczalnych naciskach osiowych (75kN) masa ładunku wymaga drastycznego obniżenia ze względu na uwarunkowania technologiczne i ekonomiczne budowy taboru o małej masie własnej. Możliwym jest stosowanie ładunków o masie mniejszej niż 20000 kg. Przy wyższych dopuszczalnych naciskach osiowych (100 kN) wykonanie pojazdu nie napotyka na większe trudności technologiczne i ekonomiczne.

W przypadku, gdy skrajnia systemu transportu tramwajowego uniemożliwia wprowadzenie standardowej jednostki ładunkowej wskazane jest sto-

Tab. 1. Zestawienie najpopularniejszych jednostek ładunkowych w Europie

Typ	Długość całk. [mm]	Szerokość całk. [mm]	Wysokość całk [mm]	Odległości punktów mocowania [mm]		Masa własna [kg]	Maks. masa całk. [kg]
				w długości	w szerokości		
Kontener ISO 1C	6058	2438	2438	5853	2259		20320
Kontener ISO 1D	2991	2438	2438	2787	2259		10160
Eurokontener 20' Htt 6.254	6058	2500	2500	5853	2259	~2500	24000
Eurokontener 20' Hg 6.402	6058	2500	2500	5853	2259	~2900	24000
Eurokontener 20' Htt 6.483	6058	2500	2500	5853	2259	~3400	24000
Nadw. Wym. C715	7150	2500	2670	5853	2259		16000
Nadw. Wym. C745	7450	2500	2670	5853	2259		16000
Nadw. Wym. C782	7820	2500	2670	5853	2259		16000

sowanie dedykowanej jednostki ładunkowej.

Ciekawym obiektem do analizy są palety dla systemu CarGoTram-u w Dreźnie. Mają one wymiary: od 1x1m do 2x5m [4]. Są one specjalizowane dla tego systemu ze względu na wymiary skrajni taboru 2,2 m, co uniemożliwia stosowanie standardowych ładunków. Wykorzystywanie tej jednostki ładunkowej powoduje utrudnienie w postaci konieczności przepakowania ładunku z innego środka transportu, samochodu lub wagonu kolejowego, co przyczynia się do podniesienia kosztów procesu.

Możliwym jest stosowanie hybrydowej jednostki ładunkowej mieszczącej się w skrajni dla konkretnego systemu tramwajowego i mającą kompatybilność w transporcie zewnętrznym ze stosowanymi systemami przeładunku standardowych jednostek ładunkowych.

Przykładem do wstępnej dyskusji jest kilka koncepcji mniejszych jednostek ładunkowych:

a) „Logistic box” opracowana przez koleje niemieckie DB. Istnieją dwie wersje tych jednostek ładunkowych, 1,7x2,5x2,47m i 2,5x2,5x2,47m [16].



Rys. 3. Jednostki ładunkowe „Swiss container car” [13]



Rys. 4. Jednostki ładunkowe dla wagonów typu Bts50 [2]

Są one przystosowane do przeładunku poziomego, przetaczaniem na małych rołkach.

b) „Swiss container car” opracowane przez koleje szwajcarskie SSB [13]. Są to małe platformy na kołach, przystosowane do przeładunku poziomego, rys. 3. Mogą być wykorzystywane jako małe przyczepy tworzące pociąg drogowy.

c) Kontenery ISO 1F [5] lub koncepcja ładunków dla wagonu typu Bts50 ko-



Rys. 5. Hybrydowa lokomotywka tramwajowa w Kolonii, maj 2002 r. [18]



Rys. 6. Test prototypu cichego pociągu towarowego w Paryżu w kwietniu 2001 r. [14]

lei DB, rys. 4 [2]. Są to małe jednostki ładunkowe przystosowane do przeładunku poziomego i pionowego.

Jest możliwe połączenie małych jednostek ładunkowych z jednostką standardową.

**Koncepcja autora:** bazową konstrukcją jest kontener ramowy o węzłach mocowania zgodnych z wymaganiami jak dla kontenera ISO 1C. Przestrzeń w środku ramy kontenera jest wykorzystana bo zamocowania podłogi z rowkami prowadzący-



Rys. 7. Tabor CarGoTramu w fabryce Schalker Eisenhütte, listopad 2000 r. [9]



Rys. 8. Tramwaj towarowy typu GM-63 w Sankt Petersburgu, październik 2001 r. [21]

mi dla rolek (kótek) mniejszych jednostek ładunkowych. Przeładunek małych jednostek ładunkowych realizowany jest przez przetaczanie na specjalnej rampie z rowkami prowadzącymi do platformę tramwaju towarowego. Małe jednostki ładunkowe są specjalizowane pod kątem skrajni i dopuszczalnej masy całkowitej ładunku dla systemu tramwajowego. Konstrukcja kontenera bazowego posiada urządzenia mechaniczne do stabilizowania położenia i blokady ruchu małych jednostek ładunkowych.

### 1.6. Tabor

Można wyróżnić kilka typów taboru umożliwiającego transport ładunków w obszarze miasta:

- a) klasyczny tabor kolejowy, służący do przewozu po sieciach kolejowych, np. wg systemu Cargosprinter [15] lub jednoosiowe wagony towarowe [7].
- b) specjalizowany tabor kolejowy, mający możliwość wjazdu na torowiska tramwajowe lub w obszary miasta blisko budynków mieszkalnych. Przykładem mogą tu być znane z historii spalinowe lub hybrydowe, spalinowo-elektryczne, lokomotywy kolejowo-tramwajowe (rys. 5) lub będący w studium badań projekt cichego pociągu towarowego kolei francuskich SNCF, „silent freight train”, rys. 6, [14]. Dostosowanie tego taboru (lokomotywa spalinowa Y8000, wagony typów: H94 i S73) polegało min. na:
  - zastosowaniu nowoczesnych materiałów w hamulcach (kompozytowe klocki)
  - zastosowaniu osłon akustycznych na łożyska osi
  - wyciszeniu układu wydechowego
  - zastosowaniu ekranów akustycznych wokół silnika spalinowego.



Rys. 9. Przebudowany tramwaj typu Tatra T4D w Dreźnie, ok. 1985 r. [8]



Rys. 10. Przebudowany tramwaj typu 105N w Chorzwie, 1999 r. [6]

Uzyskano dzięki temu poziom hałasu w trakcie ruchu całego składu ok. 80 dB [14].

- c) specjalizowany tabor tramwajowy. Współczesnym przykładem może tu być tabor CarGoTram-u z Drezna, rys. 7. Są odpowiednio przekonstruowane wagony tramwajowe typu Tatra T4D [9]. Wyposażono je we wzmacnione podłogi, lekki szkielet ramowy nadwozia i odsuwane elastyczne burty. Tabor ten powstał dlatego, że rozstaw szyn w Dreźnie wynosi 1450 mm, co uniemożliwia wjazd taboru kolejowego. Drugą przyczyną był brak doprowadzenia do punktu nadawczego, GVZ Freidrichstadt, w chwili uruchomienia systemu, styczeń 2001 r., bocznicę kolejowej. Kolejną przeszkodą jest wąska skrajnia taboru w Dreźnie 2,2 m.

Drugim, równie ciekawy bo do dziś eksploatowany, jest tramwajowy tabor towarowy typów GM i GM-63 (gruzowoty motorny) z Sankt Petersburga, rys. 8 [20]. Są to nieliczni obecnie przedstawiciele trendu specjalizowanego taboru towarowego, jaki powstawał w pierwszej połowie XX wieku na całym świecie [1,3,18,20].

- b) przebudowywany tabor tramwajowy. Są to najczęściej niewielkie przebudowy tramwajów osobowych, polegające na, np.
  - przebudowie wnętrza i drzwi, z przystosowaniem do załadunku poziomego towaru, rys. 9
  - usunięciu części nadwozia i wygospodarowanie odkrytej platformy ładunkowej. Częstokroć wyposaża się je w dźwigi hydrauliczne, rys. 10. Tabor ten jest obecnie wykorzystywany głównie do prac pomocniczych na infrastrukturze torowisk.

Tabor musi być specjalizowany pod kątem ograniczeń skrajni, nacisków osiowych i zakładanych jednostek ładunkowych, które stawiają wymogi co do organizacji przewozu.

## 2. Uwarunkowania organizacyjne

Organizacja przewozów ładunków w obszarze miast wymaga rozwiązania problemów ograniczających sprawność systemu. Jednym z najważniejszych jest technika przeładunku.

### 2.1. Technika przeładunku

Przeładunek towarów wymaga dostosowania techniki do jednostek ładunkowych, przewidzianych do użycia w systemie. Można zastosować kilka rodzajów przeładunku [5]:

- a) ręczny, tylko do małych gabarytowo towarów, np. skrzynek z owocami lub lekkich wózków skrzynkowych
- b) poziomy zmechanizowany, do średnich jednostek ładunkowych np. europalet, ciężkich wózków skrzynkowych i kontenerów z rolkami tocznymi. Realizowane może to być:
  - wózkami widłowymi
  - wózkami holowniczymi
  - na rampie z urządzeniem do przeciągania ładunku
- c) pionowy zmechanizowany, do dużych gabarytowo i ciężkich ładunków (kontenerów). Realizowane może to być:
  - suwnicami bramowymi
  - kontenerowe suwnice samojezdne
  - wozy bramowe niskiego i wysokiego podnoszenia
  - kontenerowe wózki podnośnikowe
  - kontenerowe dźwigniki narożnikowe
  - żurawiki boczne na pojeździe transportowym.
- d) pionowy, częściowo zmechanizowany, do nadwozi wymiennych. Mechaniczne unoszenie nadwozia wymiennego na pojeździe i ręczne opuszczanie podpór nadwozia (system WAS, Kombilifter [10]).

Wybór techniki przeładunku determinuje minimalny czas postoju pojazdu w punkcie naładowniczym i wyładowniczym. Wszystkie ww. techniki przeładunku wymagają określenia minimalnej powierzchni przeładunkowej, która wskazuje na zakres stosowania transportu jednostek ładunkowych w obszarze miasta.

## 2.2. Punkty przeładunkowe, centra logistyczne

Pierwsze tramwaje towarowe, na początku XX wieku, pobierały i zdawały swój ładunek w okolicach punktów nadania i odbioru. Wraz ze zwiększaniem ilości przewożonych ładunków rozkwitnęło budownictwo towarowych bocznic tramwajowych. Przykładem może tu być miasto Wrocław. Istnieją do dziś resztki towarowych torowisk tramwajowych:

- ul. Zdrowa, Tęczowa, Szpitalna, do byłych hal towarowych, transport artykułów spożywczych
- ul. Kolejowa, do byłej elektrowni przedsiębiorstwa ESB, transport węgla
- ul. Gazowa, do placu materiałów opałowych, transport koksu w mieście
- ul. Małachowskiego, odbiór poczty z dworca kolejowego
- ul. Krowia, ul. Purkyniego i ul. Janickiego, selekcja odebranej poczty z dworca i nadawanie przesyłek na dworzec kolejowy.

Obecnie widzi się możliwość wykorzystania transportu szynowego po torowiskach tramwajowych poprzez doprowadzenie ich do centrów logistycznych [4,12,14,16,17].

Porusza to problemy wymienione w pkt. od 1 do 1.6.

Istniejący system CarGoTram [4,9] wykorzystuje punkt nadawczy w centrum

ładunkowych. Większa ilość małych jednostek wymaga dłuższego czasu postoju tramwaju towarowego i być może budowy specjalnego przystanku z równoległym torem do trasy tramwaju [12].

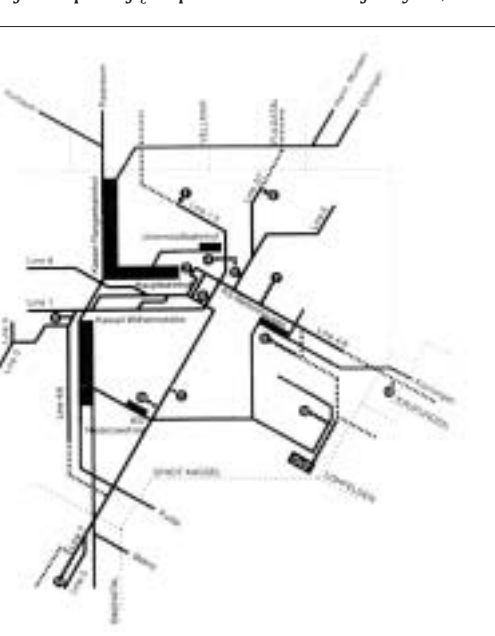
## 2.3. Sieć dystrybucji

Transport ładunków w obszarze miasta może się odbywać zgodnie z regułami, jakie panują w przewozach kolejowych,

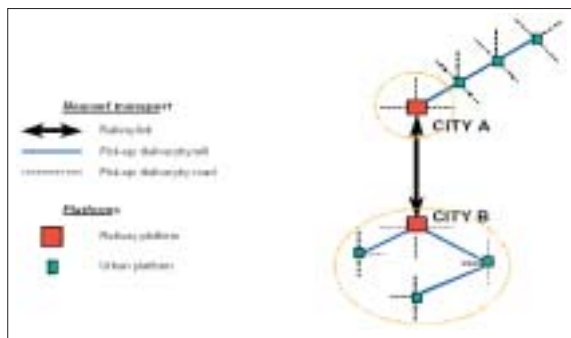
logistycznym, GVZ Dresden-Freidrichstadt oraz własną towarową bocznicę tramwajową w punkcie odbioru, VW Gläsernen Maunfaktor przy Straßburgerplatz.

W przypadku masowego transportu ładunków do kilku punktów zdawczoodbiornych w mieście nie zawsze istnieje konieczność stosowania specjalnych bocznic. Mniejsza ilość lekkich i łatwych do przemieszczania ładunków przemieszczanych do kilku odbiorców umożliwiałaby stosowanie specjalnie przygotowanych przystanków na trasie tramwaju.

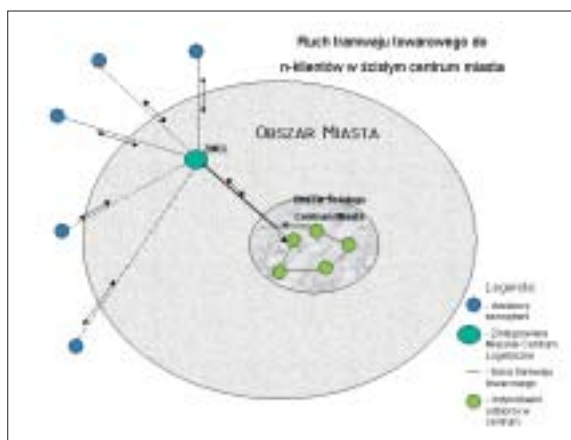
Wskazane jest wówczas stosowanie systemu przeładunku poziomego jako najszybszego i najmniej energochłonnego. Istotnym ograniczeniem jest tutaj ilość i wielkość jednostek



Rys. 13. Transport do najbliższych towarowych dworców kolejowych, grube kropki, plan dla Kassel [16]



Rys. 11. Łańcuch logistyczny wg kolei SNCF [9]



Rys. 12. Transport z centrum logistycznego do odbiorców wzdłuż linii tramwajowej [12]

Wskazane jest wówczas stosowanie systemu przeładunku poziomego jako najszybszego i najmniej energochłonnego. Istotnym ograniczeniem jest tutaj ilość i wielkość jednostek

dystrybucji towarów w mieście przy użyciu szynowego transportu.

a) Idea wykorzystania miejskich platform logistycznych, wg kolei SNCF, definiuje łańcuch logistyczny szynowych środków w następujący sposób, rys. 11. [14]:

- dostawa do miasta po linii kolejowej do głównego centrum przeładunkowego towarów w mieście
- przeładunek towaru na miejską platformę logistyczną i transport do punktów dystrybucji
- odbiór towarów w punktach dystrybucji innymi środkami transportu, w tym drogowego.

b) Idea wykorzystania miejskiego centrum logistycznego:

- dostawa towaru do centrum koleją lub transportem drogowym lub wodnym
- przeładunek towaru w centrum logistycznym na specjalizowany tramwaj towarowy
- transport towaru po linii tramwajowej do jednego klienta bezpośrednio, stosowany w Dreźnie [23]
- transport towaru po linii tramwajowej do odbiorców szeregowo rozmieszczonych wzdłuż linii tramwajowej, rys. 12 [12]

c) Idea wykorzystania tramwaju towarowego jako zastępczego środka transportu towarów w mieście do najbliższych towarowych dworców kolejowych rys. 13.

#### 2.4. Zarządzanie

Zarządzanie transportem towarowym w obszarze miast jest jak dotąd podzielone na kilka instytucji, kompetentnych tylko w wąskich zakresach:

- dyrekcje kolejowe, odpowiedzialne tylko za linie kolejowe i ich infrastrukturę
- samorządowe władze regionalne i przedstawiciele władzy państwowej, kształtujące politykę transportową w regionie
- władze municypalne, kształtujące min. podatki od środków transportu
- zarząd dróg miejskich, odpowiedzialne za kształtowanie dróg drogowych tranzytu, wg wymagań krajowych międzynarodowych. Władze te nie

mają najmniejszego wpływu na kształtowanie struktury technicznej przewozów przez przewoźników. W gestii zarządu dróg miejskich jest kształtowanie infrastruktury szynowych środków transportu, tramwajów. Zarząd użycza drogi miejskie do realizacji przewozów przez licencjonowanych przewoźników.

– firmy komunikacji miejskiej, realizujące prace zlecone przewozu osób przez zarząd dróg miejskich

– firmy z obszaru miasta, każda realizuje transport własnymi środkami bez integracji z pozostałymi operatorami w regionie.

Integracja zarządzania transportu towarowego w mieście powinna polegać m.in. na:

2.4.1. Powołaniu wspólnego ciała zarządzającego w skład, którego wchodziłyby:

- a) przedstawiciele władz państwowych i samorządowych
- b) przedstawiciele władz municypalnych
- c) przedstawiciele zarządców infrastruktury dróg kolejowych
- d) przedstawiciele zarządców infrastruktury dróg miejskich
- e) inni zainteresowani przewoźnicy i zarządcy infrastruktury.

2.4.2. Ustanowieniu ogólnych zasad tranzytu towarów w regionie ze szczególnym uwzględnieniem tranzytu przez miasto.

2.4.3. Ustanowieniu zasad transportu towarów od producentów i do odbiorców w mieście, z uwzględnieniem nakazu korzystania z szynowego środka transportu dla towarów wielkogabarytowych i masowych. W skład tego wchodziłyby:

- a) zidentyfikowanie ograniczeń stosowania transportu szynowego ze względu na:
  - uwarunkowanie techniczne
  - typ jednostki ładunkowej
  - ilość ładunków w przeciągu dnia
  - dostępność do infrastruktury kolejowej (istnienie, odtworzenie i budowa bocznic)
  - możliwość połączenia tranzytową linią tramwajową do towarowego dworca kolejowego.

b) stosowanie narzędzi prawnych w postaci:

- kar za powodowanie utrudnień w ruchu drogowym miasta
- redukcji podatków od nieruchomości z infrastrukturą szynową
- redukcji i zwolnień od podatku od szynowych środków transportu w obszarze miasta
- redukcji podatków od nieruchomości odbiorcy/nadawcy obsługiwanego środkami transportu szynowego.

c) wyznaczenie stref przeładowania i konfekcjonowania towarów, miejskich centrów logistycznych

d) wyznaczenie operatora tramwaju towarowego, w Dreźnie i w Sankt Petersburgu są to miejskie przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej, realizujące przewozy na zlecenie klienta, np. Volkswagen w Dreźnie.

### 3. Uwarunkowania prawne

Obecne uregulowania prawne mają oddzielne zastosowania dla transportu kolejowego, tramwajowego i drogowego. Aby umożliwić integrację wszystkich ww. rodzajów środków transportu należy przyjąć jeden czynnik wspólny. Jest nim jednostka ładunkowa. Determinuje ona wszystkie inne uwarunkowania i możliwości integracji.

#### 3.1. Normy taboru i budowli

Jeśli przyjąć jednostkę ładunkową jako czynnik wspólny, to narzuca ona normy dotyczące:

- skrajni budowli, większość jednostek ładunkowych ma szerokość ok. 2,5 m, co umożliwia stosowanie norm jak dla torowisk tramwajowych z dopuszczeniem do ruchu autobusów
- skrajni taboru, musi ona być dostosowana do jednostki ładunkowej, przykładem jest, np. wagon systemu WAS
- naciski osiowe, z przeprowadzonej analizy tabeli 2 wynika, że korzystniejsze jest stawianie wymagań dla torowisk tramwajowych rzędu 100 kN oraz konieczność stosowania wózków w pojazdach
- tabor, skrajnia jednostek ładunkowych max ok. 8 m i naciski osiowe determinują to, aby pojazdy były krótkie i oparte na wózkach
- minimalny promień skrętu, zastosowanie wózków w taborze umożliwia

pokonywanie ciasnych zakrętów tramwajowych

- oznakowanie wspólnych tras kolejowo-tramwajowych.

Wymagane są ponadto uregulowania dotyczące punktów nadawczo-odbiorczych:

- ich umiejscowienia
- sposobu włączenia w sieć linii tramwajowych
- uregulowania specjalne, związane np. ze sposobem przeładunku
- zarządzania i odpowiedzialności za ładunek.

### 3.2. Prawo przewozowe

Stosowane dotychczas uregulowania prawne dotyczące przewozu towarów po torowiskach tramwajowych stawiają wymagania dla składów towarowych:

- pierwszeństwa ruchu osobowego
- zachowania bezpiecznej odległości od składu osobowego
- dopuszczalnej prędkości maksymalnej
- czasu operowania na torowiskach tramwajowych
- masy maksymalnej pojedynczego wagonu
- maksymalnej wielkości składu
- specjalnego oznakowania
- wymagań obsługi
- sposobu kursowania
- wyznaczenia miejsc zdawania i wydawania towaru
- włączania się do ruchu
- rodzaju ładunków (z wyłączeniem niebezpiecznych).

## Podsumowanie

Przedstawiona analiza ograniczeń i możliwości wykorzystywania transportu szynowego w logistyce miejskiej umożliwia stwierdzenie, że większość ograniczeń jest całkowicie lub częściowo rozwiązanych. Stwierdzenie o niemożności transportu towarów po torowiskach tramwajowych nie ma pokrycia w praktyce.

Jedynym najważniejszym ograniczeniem jest ekonomia i brak przyszłościowego, kompleksowego spojrzenia na zarządzanie przepływu ładunków przez miasto.

Wg słów kierownika centrum logistycznego w Dreźnie, (GVZ Dresden-Friedrichstadt) dr. Karlhinza Hinza, firma

Volkswagen zdecydowała się do wdrożenia systemu CarGoTram ze względu na prestiż i jeszcze w listopadzie roku 2002, „dokładała do interesu” ze względu na niedostateczne natężenie ładunków (bocznica kolejowa była tuż przed odbiorem). Jednocześnie stwierdził on, że w innych miastach Niemiec, m.in. Monachium, rozważa się wprowadzenie podobnego systemu dla szerszego kręgu odbiorców.

Potencjalni odbiorcy towarów mogą być różni. Historia wskazuje, że nie ma ograniczeń w tym zakresie. Jak definiuje to kolej SNCF [9] mogą to być:

- dystrybutorzy napojów
- supermarkety i sklepy
- drobni kupcy

- przemysł odzieżowy
- poczta
- przewóz przesyłek zleconych
- drobny przemysł.

Integracja transportu szynowego w mieście pozwala na:

- obniżenia poziomu hałasu
- zmniejszenia degradacji dróg
- zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska
- poprawę komfortu życia w osiedlach w okolicy firm przemysłowych, dostawczych i innych.

*Autor udostępnił bogaty zestaw materiałów źródłowych. Jest on dostępny na stronach internetowych czasopisma.*