

Marianna JACYNA<sup>1</sup>, Tadeusz BASIEWICZ, Andrzej GOŁASZEWSKI

Politechnika Warszawska  
Wydział Transportu  
ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa  
<sup>1</sup>e-mail: maja@it.pw.pl

## WIELOSZCZEBŁOWA SYSTEMATYKA ELEMENTÓW SYSTEMU LOGISTYCZNEGO

### Streszczenie:

Artykuł jest wynikiem prac badawczych prowadzonych w ramach projektu rozwojowego dot. modelu systemu logistycznego Polski w aspekcie komodalności transportu. W artykule przedstawiono wieloszczebłą kwantyfikację elementów systemu logistycznego dla Polski. Wyszczególniono infrastrukturalne elementy punktowe i liniowe. Określono charakterystyki dla tych elementów. Dokonano przeglądu istniejących z informatyzowanych baz danych zawierających parametry infrastruktury transportu.

Słowa kluczowe: parametry infrastruktury systemu logistycznego, system logistyczny Polski (LSP), komodalność transportu

### WPROWADZENIE

Transport jest jednym z głównych działów gospodarki każdego kraju. Bez niego trudno sobie wyobrazić nie tylko funkcjonowanie małych i dużych firm ale również życie przeciętnego mieszkańca. Ze względu na coraz większe zatłoczenie na drogach i rosnące negatywne oddziaływanie transportu na środowisko dąży się do racjonalnego wykorzystania dostępnych form transportu w procesie przemieszczania dóbr materialnych. Wynika to z tzw. komodalności transportu. Cytując za dokumentami KE, komodalność transportu to, wydajne wykorzystanie form transportu działających odrębnie lub zintegrowanych multimodalnie w ramach europejskiego systemu transportowego w celu optymalnego i zrównoważonego wykorzystania zasobów [6]. Problematykę komodalności transportu podjęto w Zakładzie Logistyki i Systemów Transportowych na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej w ramach projektu rozwojowego nt. „Model Systemu Logistycznego Polski jako droga do komodalności transportu w Unii Europejskiej”.

Dokonując analizy poszczególnych rodzajów transportu, należy stwierdzić, że ich znaczenie w realizacji przepływów materiałowych jest uwarunkowane m.in. wielkością oraz relacjami przewozu. Nie można mówić o logistyce bez transportu. Transport w logistyce jest rodzajem działalności bezpośrednio odpowiedzialnej za przemieszczanie produktów materialnych pomiędzy stacjonarnymi elementami sieci, tj. punktami nadania, punktami przerobu oraz punktami odbioru [5]. Parametry infrastruktury transportu wpływają na wybór sposobu przemieszczania dóbr materiałowych, w tym również na koszt, jakość i czas przewozu.

Dobór wartości parametrów infrastruktury transportu następuje w procesie jej wymiarowania i poprzedzany jest zwykle opracowaniem prognozy potrzeb przewozowych. W zależności od trafności prognozowanego potoku ładunków w różnych okresach czasowych jej eksploatacji, mogą pojawić się „wąskie gardła” infrastruktury wskazujące na potrzebę jej rozbudowy lub uzupełnienia. Najczęściej spowodowane jest to przeciążeniem infrastruktury

transportowej danego obszaru lub nienależytym rozłożeniem zadań przewozowych pomiędzy poszczególnymi rodzajami transportu.

Aby możliwe było przemieszczanie dóbr materialnych pomiędzy poszczególnymi rodzajami transportu musi być odpowiednio przystosowana do tego infrastruktura punktowa (punkty przeładunkowe, terminale, itp.). Tym bardziej, że wybór danej technologii wpływa na wartość parametrów przewozu takich jak: czas, koszt czy jakość. Kształtowanie parametrów infrastruktury wiąże się ściśle z odpowiednim doбором parametrów techniczno-eksploatacyjnych taboru (pojazdów ładunkowych i trakcyjnych) używanego do przewozu.

### 1. INFRASTRUKTURALNE ELEMENTY SYSTEMU LOGISTYCZNEGO

Racjonalne wykorzystanie obecnej oraz przyszłej infrastruktury transportowej wydaje się być głównym sposobem wpływającym na wzrost efektywności systemu logistycznego Polski. Przełoży się to zarówno przez obniżenie kosztów obsługi logistycznej (transport, magazynowanie, itp.) jak i poprawę jakości realizowanych zadań. Oczywiście optymalne wykorzystanie obecnych i przyszłych elementów systemu logistycznego jest uwarunkowane charakterystykami tych elementów, np. zdolnościami przewozowymi, kosztami przewozu wg rodzajów transportu, czy też zdolnościami obsługowymi tradycyjnych oraz intermodalnych punktów przeładunkowych lub przystosowaniem punktów nadań i odbioru ładunków do obsługi za pomocą poszczególnych rodzajów transportu [8].

System logistyczny będąc systemem usługowym dla pozostałych sfer gospodarki (wydobycie, produkcja, itd.) realizuje zadania, które wynikają z nadań i odbiorów ładunków występujących w poszczególnych sferach gospodarki. W takim ujęciu zasoby LSP sprowadzają się do dwóch jego elementów: podsystemu transportu zewnętrznego oraz podsystemu przeładunkowego (podsystemu punktów obsługi ładunków).

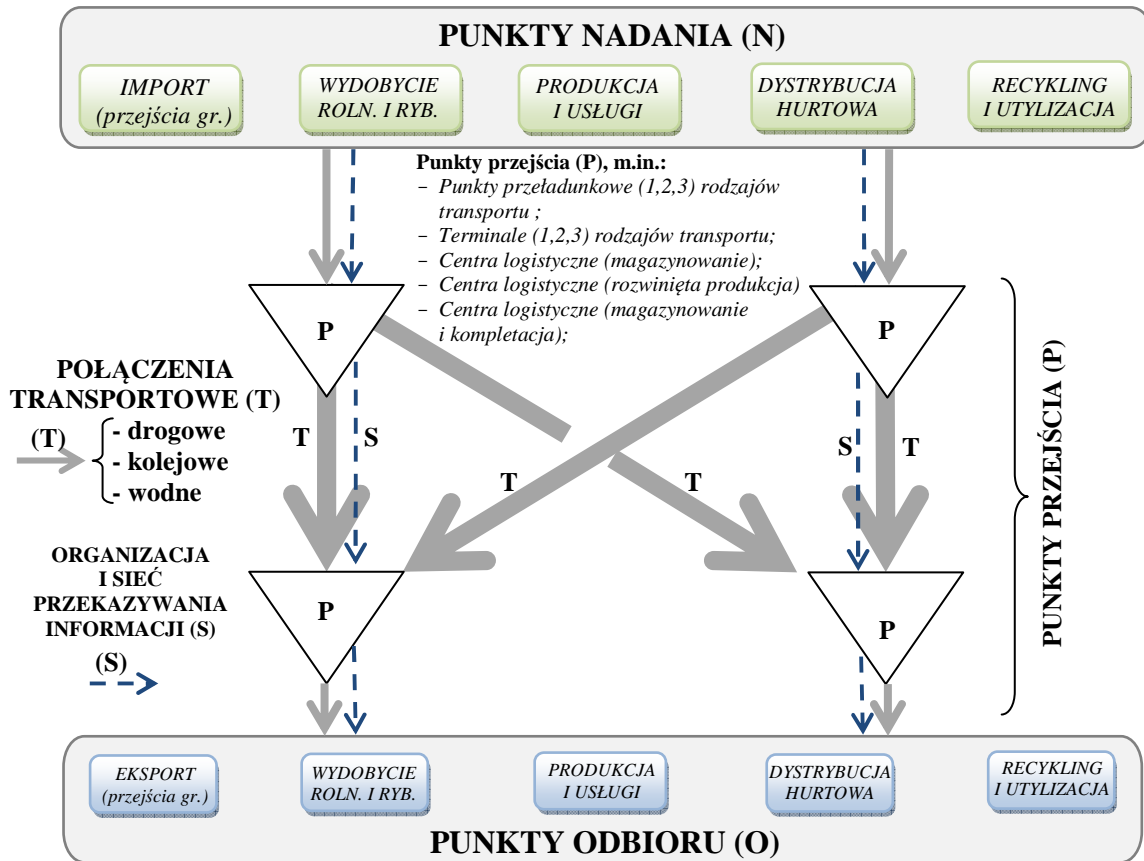
Rozmaitość elementów technicznej infrastruktury należących do systemu logistycznego wymaga przyjęcia odpowiedniej systematyki ich opisu. Autorzy opracowania [12] wskazali, że optymalnym jest wieloszczeblowy opis uwzględniający: rodzaje, odmiany i typy elementów systemu logistycznego.

Ze względu na rodzaje podzielono elementów systemu logistycznego na [4]:

- punkty nadania (źródła potoku ładunków) - N;
- punkty przejścia (zmiany rodzaju środka transportowego), konsolidacji, de-konsolidacji, składowania (uszlachetniania) ładunków wraz z towarzyszącą im infrastrukturą punktową transportu - P;
- punkty odbioru (ujścia potoków ładunków) - O;
- powiązania transportowe pomiędzy w/w punktami występujące jako istniejąca infrastruktura liniowa transportu - T;
- organizacja i sieć przekazywania informacji - S.

Schematycznie strukturę systemu logistycznego możemy przedstawić jak na rys.1.

Zauważono ponadto że, decyzje o wyborze określanego środka transportowego zależą nie tylko od rodzaju przewożonego ładunku, choć jest to niewątpliwie niezwykle istotne. Lecz wybór ich wynika również z parametrów infrastruktury (możliwości przeładunkowe, dopuszczalny nacisk na oś itd.) i parametrów ekonomicznych (kosztów jednostkowych). Ogólną ideę podziału wszystkich elementów systemu logistycznego przedstawiono w tabeli 1.



Rys.1. Schemat struktury Systemu Logistycznego

Źródło: opracowanie własne

Tabela 1. Wieloszczeblowa systematyka elementów systemu logistycznego

Element systemu / Kryterium podziału/	Infrastruktura punktowa transportu			Infrastruktura liniowa transportu	Organizacja i sieć przekazywania informacji (S)
	Punkty nadania (N)	Punkty przejścia (P)	Punkty odbioru (O)	Połączenia transportowe (T)	
	<b>odmiana, typ, rodzaj elementu systemu logistycznego</b>				
<b>Odmiany elementów systemu logistycznego</b>	ze względu na specyfikę branży produkcyjnej, np.: przedsiębiorstwa wydobywcze, zakłady produkcyjne, punkty recyklingu, itp.	ze względu na specyfikę przekształceń, np.: punkty przeładunkowe, terminale transportu intermodalnego, centra logistyczne, itp.	ze względu na specyfikę branży produkcyjnej zakłady przemysłowe, oraz porty morskie, obiekty logistyczne, itp.	ze względu na rodzaj transportu, tj.: samochodowe, kolejowe, wodne śródlądowe, lotnicze, itp.	ze względu na rodzaj transportu
<b>Typy elementów systemu logistycznego</b>	podział przedsiębiorstw ze względu na zidentyfikowane branże	podział ze względu na realizowane zadania i możliwość obsługi różnych rodzajów transportu	punkty graniczne; rodzaje zakładów przemysłowych zidentyfikowane ze względu na branże; punkty przejścia, itp.	typ ze względu na możliwość wykorzystania łączonych form transportu, np. przewozy multimodalne, intermodalne, itp.	rodzaje baz danych ze względu na typ infrastruktury punktowej oraz infrastruktury liniowej transportu
<b>Parametry, wskaźniki, elementy systemu logistycznego</b>	pojemność magazynu, nośność urządzeń ładunkowych, przepustowość ładunkowa, czas operacji ładunkowych, itp.	pojemność magazynu, nośność urządzeń przeładunkowych, przepustowość ładunkowa, wielkość przeładunków, stopień wykorzystania przepustowości, itp.	pojemność magazynu, nośność urządzeń ładunkowych, przepust. ładunkowa, czas operacji ładunkowych, wielkość odbioru ład., (stopień wykorzystania przepustowości)	nacisk na oś, skrajnia ładunkowa, prędkość, przepustowość, czas przewozu, koszt przewozu, obciążenie potokiem ładunków, itp.	pojemność baz danych, obciążenie baz (stopień wykorzystania), przepływność łączy, obciążenie łączy, pojemność centralnej bazy obciążenie, itp.

Źródło: opracowano na podstawie [4]

## 2. FUNKCJE I ZADANIA ELEMENTÓW SYSTEMU LOGISTYCZNEGO

Źródłami podobnie jak i ujściami potoku ładunków mogą być miejsca źródeł surowców, zakłady przemysłowy, przejścia graniczne, zakłady zajmujące się recyklingiem, porty. Oczywiście przed nadaniem do przewozu ładunki są składowane, kompletowane a następnie ładowane na odpowiednie środki transportowe. Analogiczne czynności są wykonywane podczas odbioru ładunku jednakże w odwrotnej kolejności. Przy czym podatność transportowa oraz właściwości fizyko-chemiczne ładunków wpływają na dobór odpowiednich urządzeń transportowo-przeładunkowych. Odmiany punktów nadania/odbioru określane są w zależności od tego, jakie produkty lub wyroby uczestniczą w procesie nadania lub odbioru (grupy asortymentowe). W chwili obecnej Urząd Statystyczny ewidencjonuje dane dotyczące wielkości produkcji 488 wyrobów pogrupowanych w 25 lub 16 jednorodnych grupach asortymentowych [7].

Elementy systemu logistycznego, w których następuje przekształcenie strumieni ładunków określono jako punkty przejścia. Przy czym dokonywane w nich przekształcenie strumieni rozumiemy jako jedną lub kilka spośród czynności: zmiany rodzaju środka transportowego, konsolidacji, de-konsolidacji, składowania ładunków przewożonych od nadawcy do odbiorcy.

Wśród punktów przejścia, w zależności od ich wielkości i funkcji, możemy wyróżnić: punkty przeładunkowe, terminale, centra logistyczne (te ostatnie stanowią najbardziej rozwiniętą odmianę punktów przejścia). Można również dokonać podziału punktów przejścia w zależności od rodzaju środków transportu, jakie mogą być obsługiwane w danym punkcie przejścia oraz wielkości wykonywanej pracy:

- punkty przeładunkowe jednego rodzaju transportu,
- punkty przeładunkowe dwu rodzajów transportu,
- punkty przeładunkowe trzech rodzajów transportu,
- terminale jednego rodzaju transportu,
- terminale dwu rodzaju transportu,
- terminale trzech rodzajów transportu,
- terminale czterech rodzajów transportu,
- centra logistyczne z rozwiniętym magazynowaniem,
- centra logistyczne z rozwiniętą kompletacją i magazynowaniem,
- centra logistyczne z rozwiniętą produkcją przemysłową.

Na istniejącą liniową infrastrukturę transportową składają się: drogi samochodowe, linie kolejowe, drogi wodne śródlądowymi oraz korytarze powietrzne. W zależności od stadium rozwoju występujące powiązania transportowe różnią się między sobą liczbą rodzajów transportu które są przez nie obsługiwane.

Gdy mamy do czynienia z punktami przejścia o najwyższym stadium rozwoju, tzn. stanowiących powiązanie kilku rodzajów transportu, występuje problem wyboru rodzaju transportu. W zależności od przyjętego kryterium oceny (czasu przewozu, kosztu przewozu lub jakości przewozu) można wybrać najlepszy dla danej cechy rodzaj transportu na danym połączeniu a następnie określić jaki rodzaj transportu na poszczególnych powiązaniach zastosować.

Sieć przekazywania informacji składa się z:

- z informatyzowanych baz danych poszczególnych punktów nadania, przejścia i odbioru,
- z informatyzowanych baz danych poszczególnych powiązań transportowych,

- łączy komunikacyjnych pomiędzy w/w bazami,

### 3. PARAMETRY INFRASTRUKTURY SYSTEMU LOGISTYCZNEGO

Zestaw parametrów i ich systematyka pozwala w precyzyjny sposób ustalić składowe systemu logistycznego (patrz tabela 1). Wśród parametrów infrastruktury liniowej, które mają wpływ na procesy przepływu ładunków w sieci transportowej można wyróżnić:

- dopuszczalny nacisk na oś, dopuszczalna masa całkowita, dopuszczalna wyporność;
- dopuszczalne wymiary skrajni ładunkowej ograniczające wymiary ładunków, które mogą być przemieszczane;
- parametry geometryczne trasy (pochylenia podłużne, promienie łuków);
- prędkości projektowe i dozwolone, umożliwiające w zależności od doboru rodzaju taboru ładunkowego, środków trakcyjnych, ciężaru i oporów ruchu –a więc poprzez dokonanie tzw. „przejazdów analitycznych” określenie czasu przejazdu na określonym wektorze grafu i przepustowość na poszczególnych wektorach grafu.

Natomiast wśród parametrów infrastruktury punktowej można wyróżnić:

- pojemność punktów przeładunkowych (liczba pojazdów i ładunków, które jednocześnie mogą przebywać w punkcie);
- powierzchnię składowania i dopuszczalny nacisk na podłoże;
- nośność urządzeń ładunkowych;
- wydajność punktu przeładunkowego;
- czas przejścia ładunku przez punkt ładunkowy,
- koszt przejścia ładunku przez punkt ładunkowy, itp.

Parametry te mogą ulec zmianie zarówno w przypadku modernizacji i rozbudowy danego elementu infrastruktury liniowej bądź punktowej, jak i bieżącej eksploatacji. Znając z jednej strony ww. parametry infrastruktury liniowej i punktowej można dokonać oceny w zakresie:

1. możliwości przewozu wybranego ładunku po danej trasie i poprzez dane punkty nadania, przejścia i odbioru,
2. czasu i kosztu przewozu wybranego ładunku po danej trasie i poprzez dane punkty nadania, przejścia i odbioru.

Wymienione wcześniej parametry zarówno infrastruktury liniowej jak i punktowej możemy podzielić na dwie kategorie, tj.:

- 1) **parametry sprawdzające** możliwość realizacji przewozu ładunków. Do nich możemy zaliczyć m.in.:

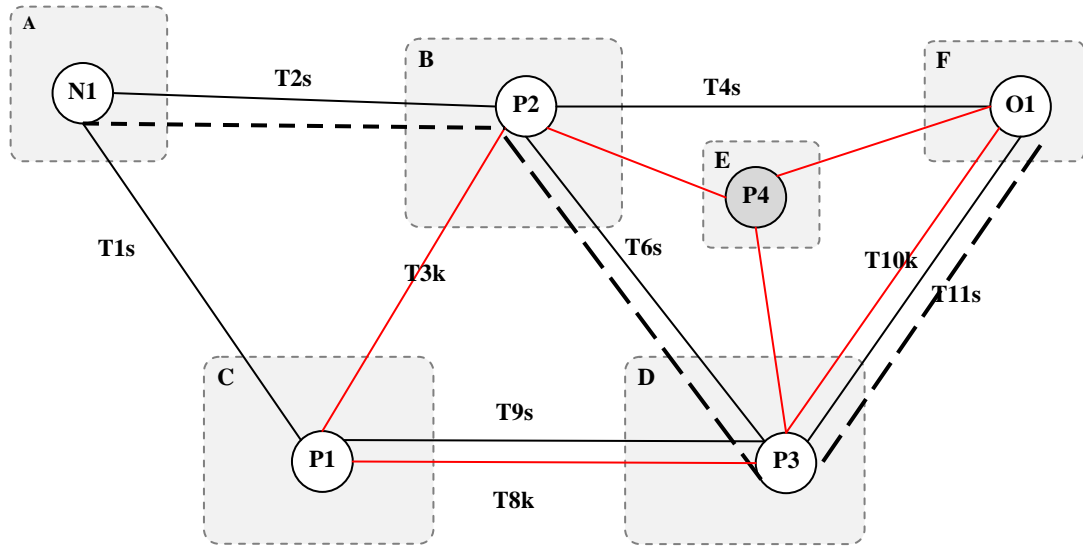
- dopuszczalny nacisk na oś, który porównany z naciskiem na oś przy przewozie badanego ładunku,
- dopuszczalne wymiary skrajni ładunkowej, które porównane z wymiarami skrajni ładunkowej na odpowiednim środku transportowym,
- stopień niewykorzystanej przepustowości drogi, linii, które porównane z parametrami badanego ładunku, pozwalają sprawdzić możliwość lub brak możliwości jego przewozu po określonej drodze.

- 2) **parametry wyboru drogi** umożliwiające określić czas przewozu ładunków. Do nich możemy zaliczyć m.in.:

- parametry geometryczne trasy,

- prędkości dozwolone, które wraz z rodzajem taboru, środków trakcyjnych, ciężaru pojazdu i oporów ruchu pozwalają realizować tzw., przejazdy analityczne” określające czas przejazdu na zadanej trasie.

Zagadnienie istoty wykorzystania parametrów infrastruktury transportu dla badania przepływu ładunków można wyjaśnić analizując zagadnienie wyboru drogi na wybranym schemacie fragmentu sieci transportowej (rys.2.). Na wybranym fragmencie sieci oznaczono punkt nadania (N1), punkty przejścia (P1,P2,P3,P4) i odbioru (O1) zlokalizowane w pięciu miejscowościach A,B,C,D,E, F opisanych współrzędnymi geograficznymi oraz połączenia transportowe  $T_{tr}(T_s$  – samochodowe,  $T_k$  – kolejowe) łączące wyróżnione miejscowości [2]. Kolorem czerwonym zaznaczono linie kolejowe, natomiast czarnym drogowe.



Rys. 2 Schemat fragmentu sieci transportowej

Źródło: opracowanie własne.

Założmy ponadto, że w wyniku porównania charakterystyk przewożonego ładunku nie może być on przewożony po linii kolejowej  $T3_k$ , oraz nie może przechodzić przez punkt  $P4$ . Wówczas do wyboru mamy następujące drogi przewozu:

$$L1 = \langle N1, T2s, P2, T4s, O1 \rangle$$

$$L2 = \langle N1, T1s, P1, T9s, P3, T11s, O1 \rangle$$

$$L3 = \langle N1, T1s, P1, T8k, P3, T10k, O1 \rangle$$

$$L4 = \langle N1, T2s, P2, T6s, P3, T11s, O1 \rangle$$

Zakładając, że:

- czas załadunku u nadawcy w miejscowości A wynosi  $-t_{N1}$
- czas jazdy samochodem od nadawcy w miejscowości A do punktu przejścia w miejscowości P3 wynosi  $-t_{T1s}$
- czas jazdy samochodem od nadawcy w A do punktu przejścia w B wynosi  $-t_{T2s}$
- czas przeładunku w punkcie przejścia w B wynosi  $-t_{P2}$
- czas jazdy samochodem pomiędzy punktem przejścia w B do odbiorcy w F wynosi  $-t_{T4s}$
- czas jazdy koleją pomiędzy punktami przejścia w miejscowościach A, B, C, D, E wynosi odpowiednio  $-t_{T3k}, t_{T7k}, t_{T8k}, t_{T10k}, t_{T5k}$ ,

wówczas czasy przewozu ładunków od nadawcy do odbiorcy po zdefiniowanych drogach z punktu nadania N1 do punktu odbioru O1 będą odpowiednio równe:

$$t1 = t_{N1} + t_{T2s} + t_{P2} + t_{T4s} + t_{O1}$$

$$t2 = t_{N1} + t_{T1s} + t_{P3} + t_{T9s} + t_{P4} + t_{T11s} + t_{O1}$$

$$t3 = t_{N1} + t_{T1s} + t_{P3} + t_{T8k} + t_{P4} + t_{T11s} + t_{O1}$$

$$t4 = t_{N1} + t_{T2s} + t_{P2} + t_{T6s} + t_{P4} + t_{T11s} + t_{O1}$$

Jeżeli

$$\min\{t1, t2, t3, t4\} = t4$$

to czas **t4** jest czasem minimalnym spośród pozostałych. Oznacza to, że badany ładunek ze względu na czas powinien być przewożony po trasie *L4* oznaczonej na rys.2.przerywaną linią.

#### 4. ZINFORMATYZOWANE BAZY DANYCH O PARAMETRACH INFRASTRUKTURY TRANSPORTU NA POTRZEBY SYSTEMU LOGISTYCZNEGO W POLSCE

W odniesieniu do infrastruktury linowej istnieją już skomputeryzowane bazy danych, np. bazy danych PKP-PLK prowadzone przez PKP Informatykę, GDDKiA prowadzone przez Biuro Rozwoju Sieci Drogowej itp. Niestety wymienione bazy danych nie zawsze są ze sobą kompatybilne. Bazy danych zawierające parametry infrastruktury powinny być prowadzone w układzie współrzędnych geograficznych punktowych i liniowych elementów infrastruktury transportowej obsługującej system logistyczny. Umożliwi to przenoszenie i wykorzystywanie wartości parametrów przy praktycznym posługiwaniu się modelem LSP. Ponadto uzyskiwane wyniki z modelu będą poprawne dla okresów odpowiadających aktualizacji baz danych.

Wyniki przeglądu zestawione w tab. 2. wskazują, że istnieją dobrze zorganizowane zinformatywowane bazy danych zawierające pewne wielkości X, bieżąco aktualizowane i opisane w systemie współrzędnych geograficznych, z których w sposób trwały można zasilać opracowany model systemu logistycznego dla praktycznego jego wykorzystywania.

Tablica 2. Zestawienie dostępności niezbędnych parametrów technicznych infrastruktury dla kształtowania procesu przepływu ładunków w istniejących bazach danych

Rodzaj parametru		Rodzaj transportu			
		Kolejowy	Samochodowy	Lotniczy	Żegluga śródlądowa
Parametry infrastruktury	Dopuszczalny nacisk na oś, ładowność, wyporność $X_1$	+ <sup>1</sup>	+ <sup>2</sup>	*3	+ <sup>6</sup>
	Dopuszczalne wymiary skrajni ładunkowej $X_2$	+ <sup>1</sup>	+ <sup>2</sup>	*3	*3
	Parametry geometrii trasy $X_3$	+ <sup>1</sup>	+ <sup>2</sup>	* <sub>5</sub>	+ <sup>6</sup>
	Dopuszczalna prędkość, głębokość tranzytowa $X_4$	+ <sup>1</sup>	*3	*3 <sub>5</sub>	*3
	Czasy przejazdu $X_5$	+ <sup>1</sup>	*3	*3 <sub>5</sub>	*3
	Przepustowość $X_6$	+ <sup>1</sup>	*3	*3 <sub>5</sub>	*3
	Odstępy czasu w jakich baza danych jest obecnie aktualizowana	co 3 miesiące	co 1 rok	Brakjednorodnych zasad	mało aktualne
Parametry infrastruktury	Pojemność punktów przeładunkowych $Y_1$	* <sub>4</sub>	* <sub>4</sub>	* <sub>4</sub>	*3
	Powierzchnia składowania $Y_2$	* <sub>4</sub>	* <sub>4</sub>	* <sub>4</sub>	*3
	Nośność urządzeń ładunkowych $Y_3$	* <sub>4</sub>	* <sub>4</sub>	* <sub>4</sub>	*3
	Wydajność punktów przeładunkowych $Y_4$	* <sub>4</sub>	* <sub>4</sub>	* <sub>4</sub>	*3
	Czas przejścia $Y_5$	* <sub>4</sub>	* <sub>4</sub>	* <sub>4</sub>	*3
	Odstępy czasu w jakich baza danych jest aktualizowana	Brakjednorodnych zasad	Brakjednorodnych zasad	Brakjednorodnych zasad	Brakjednorodnych zasad

Legenda:

+ - bazy danych zcentralizowane

Wartości do uzyskania w: 1. PKP Informatyka 2. Dyrekcja Generalna Dróg Krajowych i Autostrad (dane tylko dla dróg krajowych), dla pozostałych rozproszone w Zarządach Dróg.

\*-bazy danych rozproszone

Wartości do uzyskania u: 3. przewoźników, 4. właścicieli, 5. do uszczegółowienia w Agencji Ruchu Lotniczego, 6. do ustalenia w KZGW.

Istnieje jednak duża liczba danych, które niewątpliwie istnieją, choć o różnym stopniu aktualności i rozproszone w wielu miejscach we wskazanej Agencji, Zarządzie, u przewoźników, właścicieli obiektów (magazynów i punktów przeładunkowych). Skorzystanie z których wymaga opracowania metodyki zapewniającej ujednoczenie różne opisywanych w obecnej dokumentacji wartości parametrów szczególnie dot. infrastruktury

punktowej, a następnie zapewnienie aktualizacji zbiorów tych danych w odstępach czasu dla korzystania z modelu systemu logistycznego w Polsce.

## 5. WNIOSKI

Z przeprowadzonej analizy można wnioskować, iż dla zapewnienia danych parametrach infrastruktury transportu umożliwiających praktyczne wykorzystanie modelu systemu logistycznego niezbędne jest:

- zaprojektowanie grafu sieci transportowej z zastosowaniem współrzędnych geograficznych i określenie wymaganych parametrów infrastruktury opisujących łuki i węzły grafu;
- z właścicielami istniejących baz danych i aplikacji ustalić sposób przejmowania i wykorzystywania danych z istniejących zcentralizowanych i z informatyzowanych baz danych.
- w uzgodnieniu z zainteresowanymi uporządkować rozproszone bazy danych, zapewniając ich prowadzenie i aktualizacje oraz ustalić sposób przejmowania i wykorzystywania danych.

Główne obszary decyzji strategicznych, dla których zaproponowany sposób model będzie mógł stanowić narzędzie wspomagające to:

- problematyka lokalizacji punktów modalnych sieci transportowej, takich jak np. centra logistyczne, punkty przeładunkowe czy też terminale transportu intermodalnego,
- uzupełnianie połączeń transportowych różnych rodzajów oraz o różnych charakterystykach,
- modernizacja dróg samochodowych i linii kolejowych powodująca poprawę ich parametrów technicznych.

Zastosowanie opracowywanego modelu LSP wg przyjętych założeń powinno umożliwiać dokonywanie analizy wpływu powyższych decyzji strategicznych na rozkład ruchu oraz związane z tym wskaźniki komodalności transportu.

**Acknowledge:** Artykuł jest efektem prac realizowanych w ramach grantu rozwojowego R10 002706/2009 nt. "Model systemu logistycznego Polski jako droga do komodalności transportu w Unii Europejskiej".

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Daganzo C. (1999). "Logistics systems analysis", Berlin; New York, Springer.
- [2] Jacyna M.: Modelowanie wielokryterialne w zastosowaniu do oceny systemów transportowych" - Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001
- [3] Jacyna M.: Modelowanie i ocena systemów transportowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
- [4] Jacyna M.: Wybrane aspekty koncepcji modelu systemu logistycznego Polski ze względu na komodalność transportu. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Prace Naukowe „Transport”, z.75, Warszawa 2010
- [5] Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak St.: Logistyka..Biblioteka Logistyka. Poznań 2009
- [6] Logistyka transportu towarowego w Europie – klucz do zrównoważonej mobilności, Komunikat Komisji Wspólnot Europejskich do Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z dnia 28.6.2006 r.
- [7] Transport – wyniki działalności w 2005/2006/2007/2008 r., Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2006/2007/2008/2009.



- [8] Projekt rozwojowy nt. „Model systemu logistycznego Polski jako droga do komodalności transportu w UE”. Sprawozdanie merytoryczne z zadania 1 i 7. Kierownik projektu M. Jacyna, Warszawa 2010
- [9] Simchi-Levi D. Simchi-Levi E. (2001), “Logistics Systems Modeling. Handbook of Industrial Engineering”, 3rd edition, published by John Wiley Sons, 2007-2019.
- [10] Highway Capacity Manual - Highway Research Board – Special Report 87 - Washington 1965.
- [11] Opracowanie ILiM pt. „Analiza oceny wpływu ukształtowania centrów logistycznych na komodalność transportu w zakresie obsługi przedsiębiorstw produkcyjnych, wydobywczych i rynków zbytu” – Poznań, czerwiec 2010 r.
- [12] Jacyna M., Gołaszewski A., Basiewicz T.: Parametry infrastruktury transportu dla tworzenia systemu logistycznego w Polsce, Problemy Kolejnictwa 2011. Artykuł po recenzji i przyjęty do druku.

### **MULTI-LEVEL SYSTEMATIC OF LOGISTICS SYSTEM ELEMENTS**

**Abstract:**

The article is the result of research work carried out within the development project concerning the model of logistics system of Poland in aspect of transport co-modality. Article presents the multi-level quantification of logistics system elements for Poland. Punctual and linear elements of the infrastructure were distinguished. Also the characteristics of these elements were defined. Review of the existing computerized databases, containing the parameters of transport infrastructure, were performed.

Key words: parameters of the logistics system infrastructure, logistics system, transport co-modality