

Leszek MINDUR, Jerzy WRONKA, Ireneusz FECHNER<sup>1</sup>, Stanisław KRZYŻANIAK<sup>2</sup>,  
Marcin HAJDUL<sup>3</sup>

Instytut Logistyki i Magazynowania  
ul. Estkowskiego 6, 61-755 Poznań

<sup>1</sup> ireneusz.fechner@ilim.poznan.pl,

<sup>2</sup> stanislaw.krzyzaniak@ilim.poznan.pl,

<sup>3</sup> marcin.hajdul@ilim.poznan.pl

## KSZTAŁTOWANIE SIECI INTERMODALNEJ W OPARCIU O KONCEPCJĘ SYSTEMÓW WIELOAGENTOWYCH

### Streszczenie:

W artykule przedstawiono innowacyjne podejście do kształtowania sieci intermodalnej w Polsce. Głównym założeniem prac było opracowanie rozwiązania, które będzie eliminować bariery rozwoju przewozów intermodalnych, a także uwzględniło silne relacje pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w realizację procesów transportowych (usługobiorców i usługodawców) a systemem transportowym kraju. Opracowana metoda kształtowania sieci intermodalnej w Polsce nawiązuje w swoich założeniach do systemów wieloagentowych. Systemy te zakładają skoordynowanie działań na rzecz rozwiązania konkretnego problemu za pomocą współpracujących agentów (holonów), czyli w prezentowanym przypadku podmiotów związanych z przewozami intermodalnymi w Polsce.

Słowa kluczowe: sieć intermodalna, modelowanie, zrównoważony rozwój, model referencyjny, systemy wieloagentowe.

### WPROWADZENIE

Problem rosnącej kongestii ruchu oraz poprawy bezpieczeństwa na drogach od lat próbuje rozwiązać Komisja Europejska w dokumentach prezentujących strategię rozwoju transportu i logistyki. Jednym z pierwszych pomysłów, opublikowanych w Białej Księdze Transportu, było zwiększenie udziału alternatywnych dla przewozów drogowych gałęzi transportu, szczególnie przewozów kolejowych. Silny nacisk został także położony na wykorzystanie przewozów intermodalnych, czyli takich, w których ładunki są przemieszczane środkami przewozowymi różnych gałęzi transportu.

Niestety, pomimo wielu prób rozwoju przewozów intermodalnych, ich udział w Polsce jest wciąż na bardzo niskim poziomie. Sytuacja ta, połączona ze wzrostem wymiany towarowej, powoduje, że coraz więcej dróg osiąga swoją maksymalną przepustowość, a efektywna organizacja procesów transportowych staje się coraz trudniejsza lub praktycznie niemożliwa [1, 3, 10]. Co więcej, jak wskazują przeprowadzone przez autorów obserwacje, firmy starają się realizować zamówienia swoich klientów często i szybko, oczywiście głównie przy wykorzystaniu transportu drogowego. Podejście to powoduje, iż przedsiębiorstwa, de facto osiągając poprawę realizowanych procesów i zwiększając tym samym poziom zadowolenia klienta w krótkiej perspektywie czasu, mogą doprowadzić do pogorszenia ich działania w dłuższym horyzoncie czasowym. Warto przecież zwrócić uwagę, że częste i szybkie dostawy wymagają zaangażowania większej liczby środków transportu, powoduje to zwiększenie kongestii ruchu oraz pogorszenie bezpieczeństwa na drogach. Skutkiem rosnącej kongestii jest spadek średniej prędkości, z jaką poruszają się pojazdy, co docelowo powoduje

wydłużenie czasu dostawy, a zatem i może wpłynąć na niezadowolenie klientów oraz w najgorszym przypadku utratę części zamówień [1].

Na podstawie przeprowadzonych analiz autorzy doszli do wniosku, iż występuje wielopłaszczyznowy problem badawczy polegający na braku spójnej metody kształtowania sieci intermodalnej w Polsce. W związku z powyższym niezbędne jest stworzenie oraz wdrożenie innowacyjnej koncepcji tworzenia sieci intermodalnej w Polsce, jako alternatywy dla rosnących przewozów transportem drogowym. Jako główne założenie przyjęto stworzenie rozwiązania, które będzie eliminować bariery ograniczające rozwój przewozów intermodalnych, a także brać pod uwagę silne relacje pomiędzy podsystemem transportowym przedsiębiorstw (usługobiorców i usługodawców), a systemem transportowym kraju.

Opracowana metoda uwzględnia silne relacje pomiędzy podmiotami zaangażowanymi bezpośrednio i pośrednio w organizację przewozów, a systemem transportowym kraju czy regionu, w którym prowadzą działalność.

Autorzy, analizując sposoby rozwiązania tak postawionego problemu badawczego, doszli do wniosku, iż stworzona metoda kształtowania sieci intermodalnej w Polsce powinna w swoich założeniach nawiązywać do systemów wieloagentowych. Systemy te zakładają skoordynowanie działań na rzecz rozwiązania konkretnego problemu za pomocą współpracujących agentów (holonów), czyli w prezentowanym przypadku podmiotów związanych z przewozami intermodalnymi w Polsce.

Celem artykułu jest zaprezentowanie opracowanej przez autorów metody oraz modelu referencyjnego, który umożliwi skoordynowane działania wspomagające kształtowanie sieci intermodalnej oraz eliminację zidentyfikowanych barier.

## 1. BARIERY OGRANICZAJĄCE ROZWÓJ SIECI INTERMODALNEJ W POLSCE

Polska, ze względu na swoje położenie geograficzne, może wykorzystywać praktycznie wszystkie gałęzie transportu do realizacji przewozów intermodalnych. Jednak w praktyce przewozy intermodalne z wykorzystaniem żeglugi śródlądowej w Polsce w zasadzie nie istnieją. Spotykane są za to rozwiązania łączące transport morski z kolejowym oraz drogowym.

Niezbędnym elementem organizacji przewozów intermodalnych jest wydajna infrastruktura transportowa, zarówno liniowa jak i punktowa. W przypadku Polski powinny to być linie kolejowe dobrej jakości oraz sieć terminali kontenerowych, umożliwiających przeładunek jednostki pomiędzy wykorzystywanymi środkami transportu.

Rozwój transportu kombinowanego/intermodalnego w Polsce wymaga podjęcia działań ukierunkowanych na eliminowanie istniejących barier oraz tzw. działań wspierających (promujących).

Do głównych działań ukierunkowanych na eliminowaniu barier można zaliczyć m.in.:

### **Bariera: relatywnie niska jakość usług kolejowych**

Działania eliminujące:

- modernizacja linii kolejowych AGTC;
- skrócenie czasu przejazdu regularnych pociągów z jednostkami intermodalnymi;
- zapewnienie rozkładowych czasów przejazdu pociągów;
- monitorowanie połączeń i zapewnienie bieżącej informacji o przesyłkach dla klientów.

### **Bariera: niekonkurencyjność cenowa w stosunku do transportu drogowego**

Działania eliminujące:

- elastyczna polityka cenowa i rabatowa PKP;
- dotacje budżetowe dla operatorów do kosztów przewozów kombinowanych/intermodalnych;
- ulgi w podatku dochodowym dla firm korzystających z transportu kombinowanego/intermodalnego;
- ulgi w podatku dochodowym dla operatorów terminalowych;
- zwolnienie przewoźników samochodowych, zatrudnionych przy odwozie/dowozie jednostek ładunkowych z i do terminali z podatku od środków transportowych;
- środki ograniczające popyt na towarowe przewozy samochodowe na dalekie odległości.

O tym, że bardzo trudno jest zapewnić znaczący rozwój transportu kombinowanego/intermodalnego bez pomocy państwa (zwłaszcza finansowej), świadczą jednoznacznie przykłady państw UE, zwłaszcza tych, które odgrywają wiodącą rolę na rynku transportu kombinowanego w Europie. Państwa te wychodzą z założenia, zgodnie z resztą z rekomendacjami Komisji WE, że należy promować ten system transportu do czasu, gdy zostaną wyrównane warunki konkurencji między transportem drogowym i kolejowym.

Dlatego, zdaniem autorów, do czasów wyrównania warunków konkurencji międzygałęziowej w tym przede wszystkim poprzez upodmiotowienie kosztów zewnętrznych transportu i zharmonizowanie poziomu opłat za korzystanie z infrastruktury transportowej – przynajmniej strategiczne połączenia w systemie transportu kombinowanego powinny być finansowo wspierane przez państwo – co doprowadziłoby do stworzenia stabilnej sieci połączeń transportu i obniżenie kosztów transportu w tej technologii oraz dostosowanie się rynku do tego systemu.

Wśród instrumentów ekonomicznych wspierających rozwój transportu kombinowanego istotną rolę odgrywa pomoc finansowa państwa z zakresie modernizacji AGTC oraz inwestycji majątkowych w tabor specjalistyczny i rozwój infrastruktury terminali.

Przy wyborze instrumentów wsparcia transportu kombinowanego należy również uwzględnić przesłanki, jakie wynikają z ustawy o zasadach wspierania rozwoju regionalnego. Dotyczy to zwłaszcza inwestycji infrastruktury liniowej i punktowej stanowiących w znacznej mierze element polityki regionalnej. Istotne jest wzmocnienie działań samorządów lokalnych i władz regionalnych dla stworzenia infrastruktury centrów logistycznych z terminalami intermodalnymi i połączenia z infrastrukturą drogową i kolejową.

Doświadczenia i osiągnięcia innych krajów w rozwoju (przewozów w technologiach intermodalnych) wskazują, że konieczna jest skuteczna i konsekwentna polityka transportowa państwa i to w ramach perspektywicznych programów rozwoju transportu kombinowanego/intermodalnego.

O znaczeniu i roli programu w rozwoju transportu w Polsce pisało wielu ekspertów – sytuując Ministerstwo Infrastruktury w roli inicjatora i organu nadzorującego realizację takiego Programu. Jest to potwierdzenie tezy, że o przyszłości transportu kombinowanego w Polsce zadecyduje konsekwentna realizacja perspektywicznego Programu Rozwoju Transportu Kombinowanego przy pełnym zaangażowaniu państwa.

Realizacja podstawowych zadań Programu Rozwoju Transportu Intermodalnego powinna być prowadzona równolegle przez resort infrastruktury i wszystkie podmioty na rynku transportowym. Przy czym rola Ministerstwa Infrastruktury jako organu państwa powinna koncentrować się na:

1. wdrożeniu instrumentów promujących rozwój transportu intermodalnego
2. stworzeniu podstaw prawnych dla udzielania systemowej i kompleksowej pomocy finansowej państwa dla transportu intermodalnego, czyli stworzeniu korzystnych

warunków dla rozwoju transportu w Polsce i od podmiotów na rynku będzie zależało czy stworzone możliwości zostaną w pełni wykorzystane.

Dzięki temu nastąpiłoby istotne wzmocnienie roli Ministerstwa Infrastruktury w procesie planowania strategicznego rozwoju transportu tworząc tym samym szansę na integrację różnych rodzajów transportu i rozwój transportu intermodalnego w ramach zintegrowanego systemu transportowego Polski.

**Bariera: techniczna**

- Różne rodzaje szerokości torów w Europie.
- Zróżnicowanie w zasilaniu sieci trakcyjnej w poszczególnych państwach Unii Europejskiej.
- Niekorzystne stawki za dostęp do infrastruktury kolejowej dla operatorów intermodalnych (w roku 2009 stawka za dostęp wg. taryfy intermodal wynosiła 5,44 zł/km, natomiast w 2010 już 12,32 zł/km).

**Natomiast do głównych działań wspierających (promujących) można zaliczyć m.in.:**

- tworzenie sieci połączeń transportu kombinowanego/intermodalnego w Polsce, wspieranych środkami publicznymi, jako pierwszego etapu w budowie nowoczesnej infrastruktury logistyczno – transportowej;
- budowę centrów logistycznych i modernizacja terminali intermodalnych zlokalizowanych w portach morskich i na sieci kolejowej AGTC;
- zapewnienie harmonizacji i standaryzacji intermodalnych jednostek ładunkowych;
- rozwój przewozów intermodalnych do/z Skandynawii;
- uruchomienie i rozwój stałych połączeń kontenerowych na kierunku W-Z-W z wykorzystaniem Magistrali Transsyberyjskiej.

Równolegle, uczestnicy rynku transportu kombinowanego powinni skoncentrować działania na uatrakcyjnieniu oferty usług, w tym między innymi poprzez:

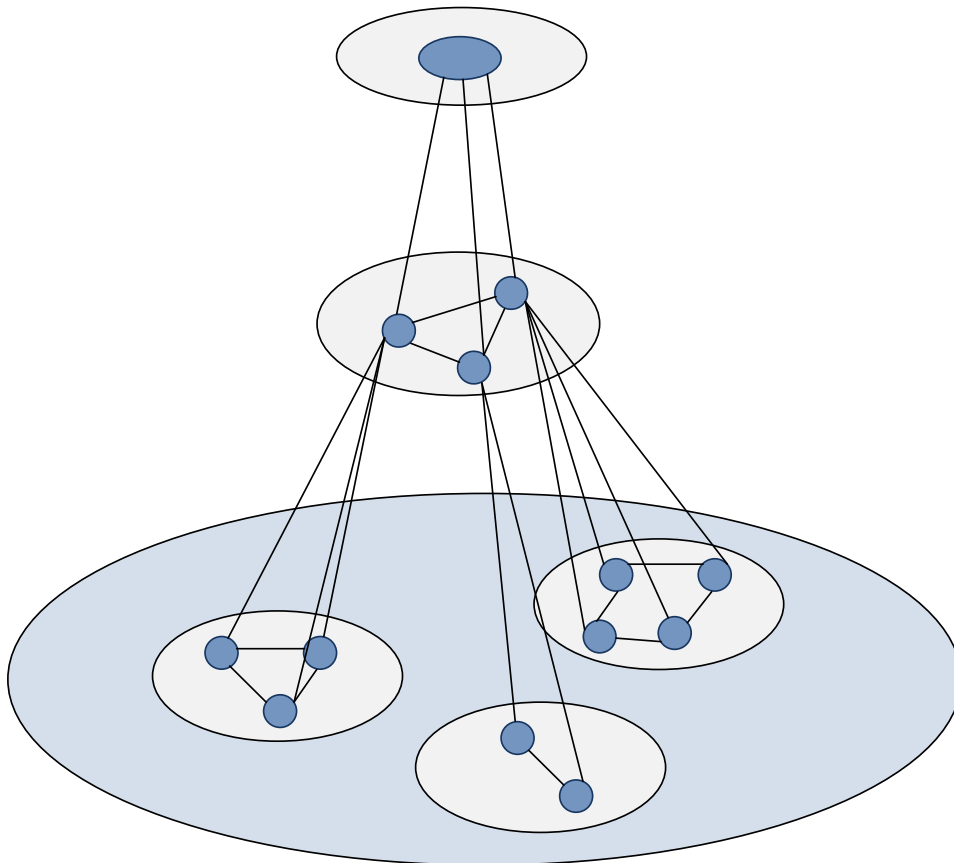
- zapewnienie przejazdu regularnych pociągów z intermodalnymi jednostkami zgodnie z rozkładem jazdy i w czasie konkurencyjnym do transportu samochodowego;
- skracanie czasu obsługi jednostek intermodalnych na terminalach;
- bieżące monitorowanie wszystkich połączeń w ramach systemów informacyjnych;
- prowadzenie bardziej efektywniejszego marketingu i promocji usług transportu kombinowanego;
- prowadzenie stałej współpracy z władzami lokalnymi i regionalnymi w zakresie kształtowania infrastruktury towarzyszącej terminalom intermodalnym i centrów logistycznych.

Na podstawie przeprowadzonych analiz autorzy doszli do wniosku, iż występuje wielopłaszczyznowy problem badawczy polegający na braku spójnej metody kształtowania sieci intermodalnej w Polsce. Metoda ta powinna uwzględniać silne relacje pomiędzy podsystemami transportowymi użytkowników transportu, dostawców usług transportowych, a systemem transportowym kraju czy regionu, w którym prowadzą działalność. Dodatkowo metoda ta powinna być zgodna z koncepcją zrównoważonego rozwoju, czyli przy uwzględnieniu aspektów ekonomicznych, środowiskowych oraz społecznych.

Opracowana przez autorów metoda powinna umożliwiać skoordynowane działania mające na celu kształtowanie sieci intermodalnej oraz eliminację zidentyfikowanych barier. Działania te, jak wykazały badania, w chwili obecnej są realizowane indywidualnie przez różne podmioty gospodarcze oraz administrację publiczną. Zatem głównym założeniem tworzonej metody jest skoordynowanie indywidualnie realizowanych działań oraz wskazanie miejsc styku pomiędzy poszczególnymi podmiotami.

## 2. SYSTEMY WIELOAGENTOWE

Analizując potrzeby indywidualnych podmiotów zaangażowanych w tworzenie i organizację przewozów intermodalnych w Polsce oraz silne zależności pomiędzy nimi, autorzy założyli, iż wspomniane podmioty, publiczne i prywatne, powinny funkcjonować na zasadzie organizacji holonicznej. Daje to możliwość innowacyjnego podejścia do realizacji procesów biznesowych poprzez tworzenie otwartych, zdolnych do rekonfiguracji organizacji, które mają na celu dokładną emulację zmienności rynku i otoczenia gospodarczego ([20], [19], s. 538-550). Organizacje holoniczne są to małe, zdecentralizowane, częściowo niezależne jednostki, koncentrujące wokół siebie jedynie kluczowe kompetencje ([8], s. 38). Przykład organizacji holonicznej prezentuje rys. 2.



Rys. 1 Graficzny obraz organizacji holonicznej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [9, s. 39].

Zasadniczym elementem organizacji holonicznej są tzw. holony, czyli współpracujące węzły, których zadaniem jest gromadzenie, przekształcanie, składowanie oraz udostępnianie informacji lub obiektów fizycznych. Holon (inaczej agent) może funkcjonować indywidualnie, jak i współtworzyć grupę holonów zwaną holarchą lub systemem wieloagentowym [[7], s. 251-252; [8], s. 39]. Ideą systemu wieloagentowego jest skoordynowane działanie na rzecz rozwiązania konkretnego problemu za pomocą współpracujących agentów (holonów). Agentami mogą być uczestnicy główni jak i wyspecjalizowani, np. agent wyszukujący najlepsze oferty, agent negocjujący, agent weryfikujący, itp. [[7], s. 251-252; [8], s. 39].

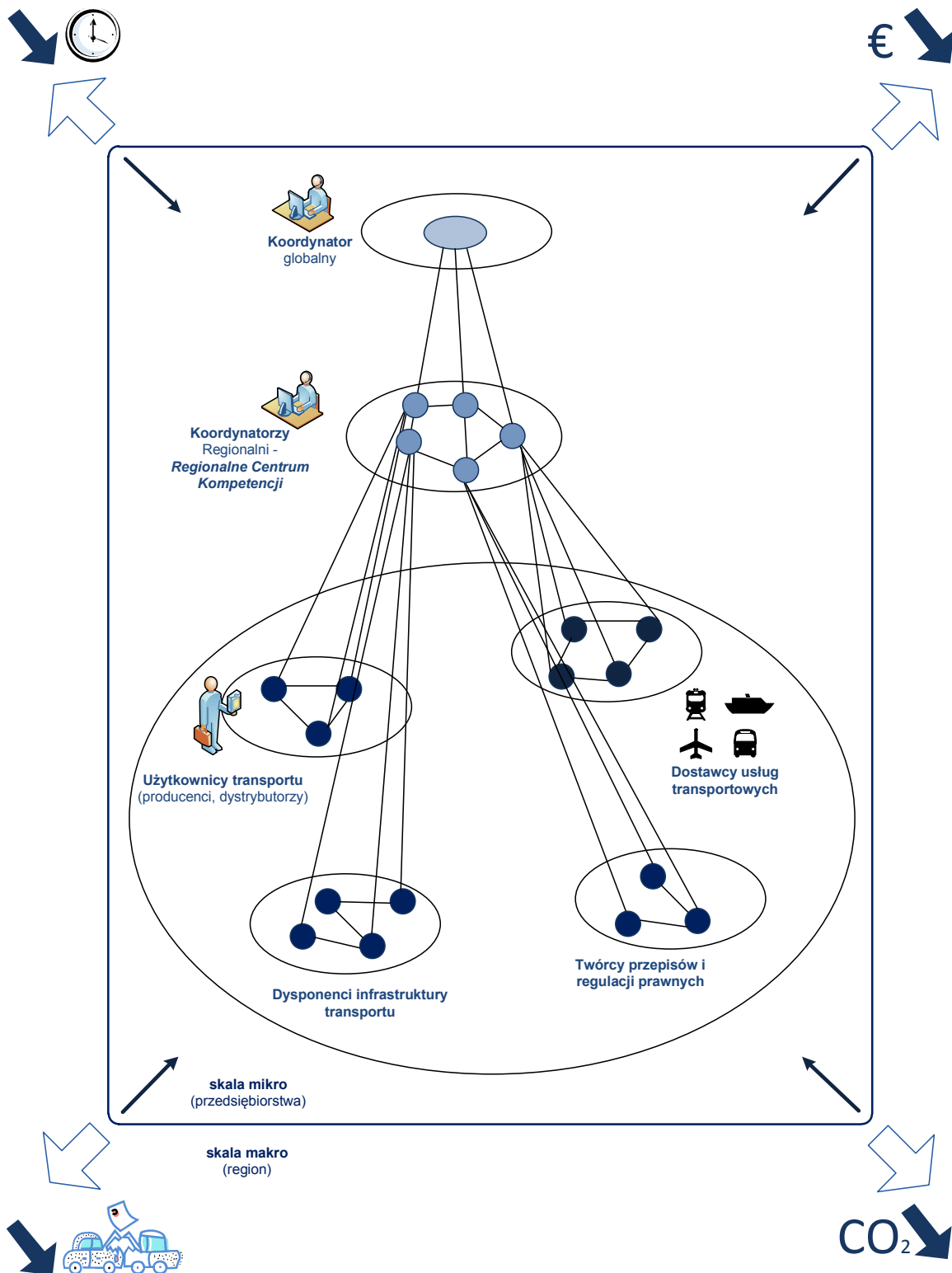
### 3. KSZTAŁTOWANIE SIECI INTERMODALNEJ W OPARCIU O SYSTEMY WIELOAGENTOWE

Głównym celem tworzonego rozwiązania była eliminacja zidentyfikowanych ograniczeń występujących na różnych etapach organizacji procesów transportu intermodalnego. Ograniczenia te można wyeliminować poprzez odpowiednią koordynację i współpracę podmiotów publicznych i prywatnych, które są bezpośrednio i pośrednio zaangażowane w przewozy intermodalne. Koordynacja w tym przypadku rozumiana jest jako mechanizm składający się z procedur i wskazań umożliwiających uzgodnienie i zharmonizowaną realizację konkretnych działań zaangażowanych podmiotów na zasadzie kooperacji.

W związku z powyższym autorzy opracowali model referencyjny wspierający kształtowanie sieci intermodalnej. Model referencyjny rozumiany jest w tym przypadku jako wzorzec organizacyjno-funkcjonalny wykorzystujący obiekty fizyczne stanowiące elementy analizowanego systemu. Część obiektów ma z góry zdefiniowane ze sobą połączenia, natomiast wybrane zdarzenia i relacje mogą mieć także charakter losowy.

W opracowanym modelu zdefiniowane zostały cztery grupy agentów, które pełnią dedykowane role (rysunek 2):

- **Użytkownicy transportu** – przedsiębiorstwa, które zajmują się produkcją i/lub sprzedażą wyrobów. Transport nie jest ich głównym źródłem działalności i pełni jedynie rolę pomocniczą do realizacji celów głównych. Firmy te mogą mieć własne środki transportu lub współpracować z dostawcami usług transportowych.
- **Dostawcy usług transportowych** – przedsiębiorstwa, których główną działalnością jest świadczenie usług spedycyjnych, transportowych oraz logistycznych. Ich zadaniem jest realizacja wspólnych potrzeb przewozowych współpracujących ze sobą firm – użytkowników transportu, przy wykorzystaniu jednej lub kilku gałęzi transportu.
- **Dysponenci infrastruktury transportu** (decydenci jej rozwoju). Infrastruktura ma bezpośredni wpływ na możliwość realizacji przewozów przy wykorzystaniu jednej lub kilku gałęzi transportu. Infrastruktura obejmuje także nowoczesne narzędzia informatyczne umożliwiające szybką wymianę informacji przy wykorzystaniu Internetu.
- **Inicjatorzy i twórcy przepisów oraz regulacji prawnych.** Z punktu widzenia rozwoju przewozów intermodalnych istotne są przepisy dotyczące samej organizacji przewozów intermodalnych (np. regulacje związane z ceną za dostęp do kolejowej infrastruktury liniowej), jak i kształtujące rozwój sieci intermodalnej w Polsce - odpowiednie dokumenty planistyczne, studia uwarunkowań i kierunków przestrzennego zagospodarowania, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego itp.).
- **Koordinator** – zajmuje się koordynowaniem działań poszczególnych grup agentów, z uwzględnieniem ich potrzeb, prowadzeniem analiz w skali mikro i makro. Jednym z kluczowych zadań koordynatora jest wskazywanie potrzeb zmian w organizacji systemu transportowego regionu, np. zmian dotyczących infrastruktury transportu czy też przepisów i regulacji prawnych. Opracowana metoda wyróżnia grupę koordinatorów regionalnych oraz koordynatora krajowego. Koordinatorzy lokalni, znając specyfikę poszczególnych regionów są w stanie efektywniej kształtować rozwój sieci intermodalnej. Natomiast rolą koordynatora krajowego jest zbieranie informacji od koordinatorów regionalnych i podejmowanie działań które mogą korzystanie wpłynąć na rozwój przewozów intermodalnych w całym kraju.



Rys. 2. Model referencyjny koordynacji procesów transportowych w oparciu o koncepcję zrównoważonego rozwoju

Źródło: Opracowanie własne.

Dla każdej z grup opracowano szereg algorytmów oraz narzędzi informatycznych nakierowanych na rozwiązania wyodrębnionych specyficznych zagadnień, ale jednocześnie ukazujących ich wzajemne powiązania i współzależności. Takie podejście pozwala na rozwiązanie części problemów na poziomie i w obrębie danych grup, a także na kompleksowe

zidentyfikowanie czynników krytycznych, warunkujących tworzenie i funkcjonowanie całej sieci. Szczegóły prezentuje tabela 1.

Tabela 1 Zestawienie opracowanych algorytmów wykorzystywanych w modelu referencyjnym

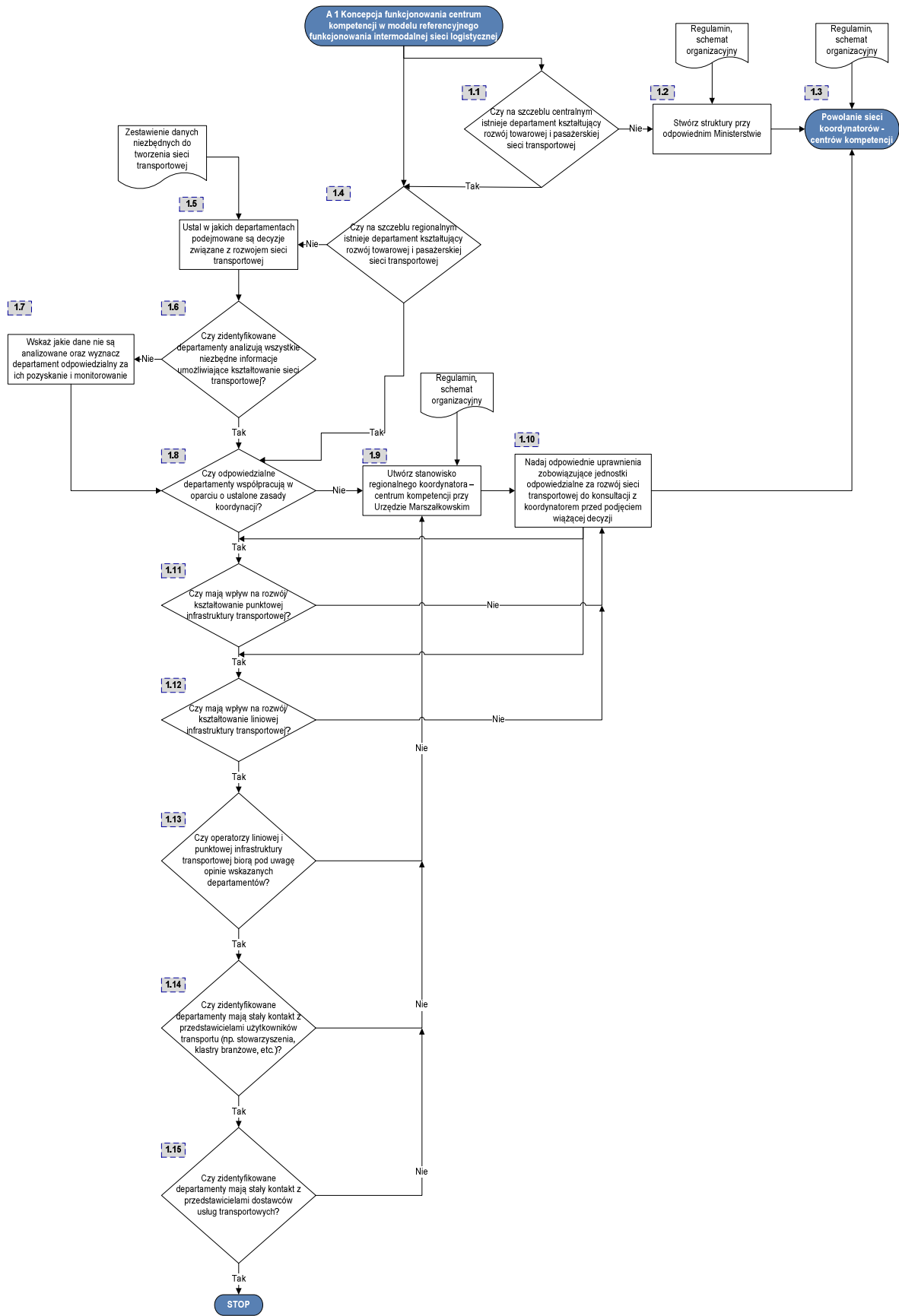
Algorytm	Inicjatorzy i twórcy przepisów oraz regulacji prawnych	Dysponenci infrastruktury transportu	Koordinator	Dostawcy Usług Transportowych	Użytkownicy transportu
A 1 Koncepcja funkcjonowania centrum kompetencji w modelu referencyjnego funkcjonowania intermodalnej sieci logistycznej	XX				
A 2 Ocena potrzeb przewozowych użytkowników transportu			XX		X
A 3 Ocena możliwości realizacji zleceń przewozowych			XX	X	
A 4 Promocja dostawców usług transportowych			XX	X	
A 5 Tworzenie stawek za dostęp do liniowej infrastruktury transportowej dla przewozów kolejowych		X	XX		
A 6 Rozwój punktowej infrastruktury transportowej		X	XX		
A 7 Rozwój liniowej infrastruktury transportowej		X	XX		
A 8 Ocena przepisów dotyczących ograniczeń w transporcie towarowym	X		XX		
A 9 Tworzenie klastrów	X		XX		
A 10 Współpraca klastrów w organizacji procesów transportowych			XX	X	X
A 11 Analiza potoków towarowych w regionie			XX	X	X

XX – inicjator algorytmu, X – adresat algorytmu

Źródło: Opracowanie własne.

Rysunek 3 prezentuje koncepcję funkcjonowania centrum kompetencji w modelu referencyjnego funkcjonowania intermodalnej sieci logistycznej oraz zakres działań zdefiniowanych do realizacji przez koordynatora.

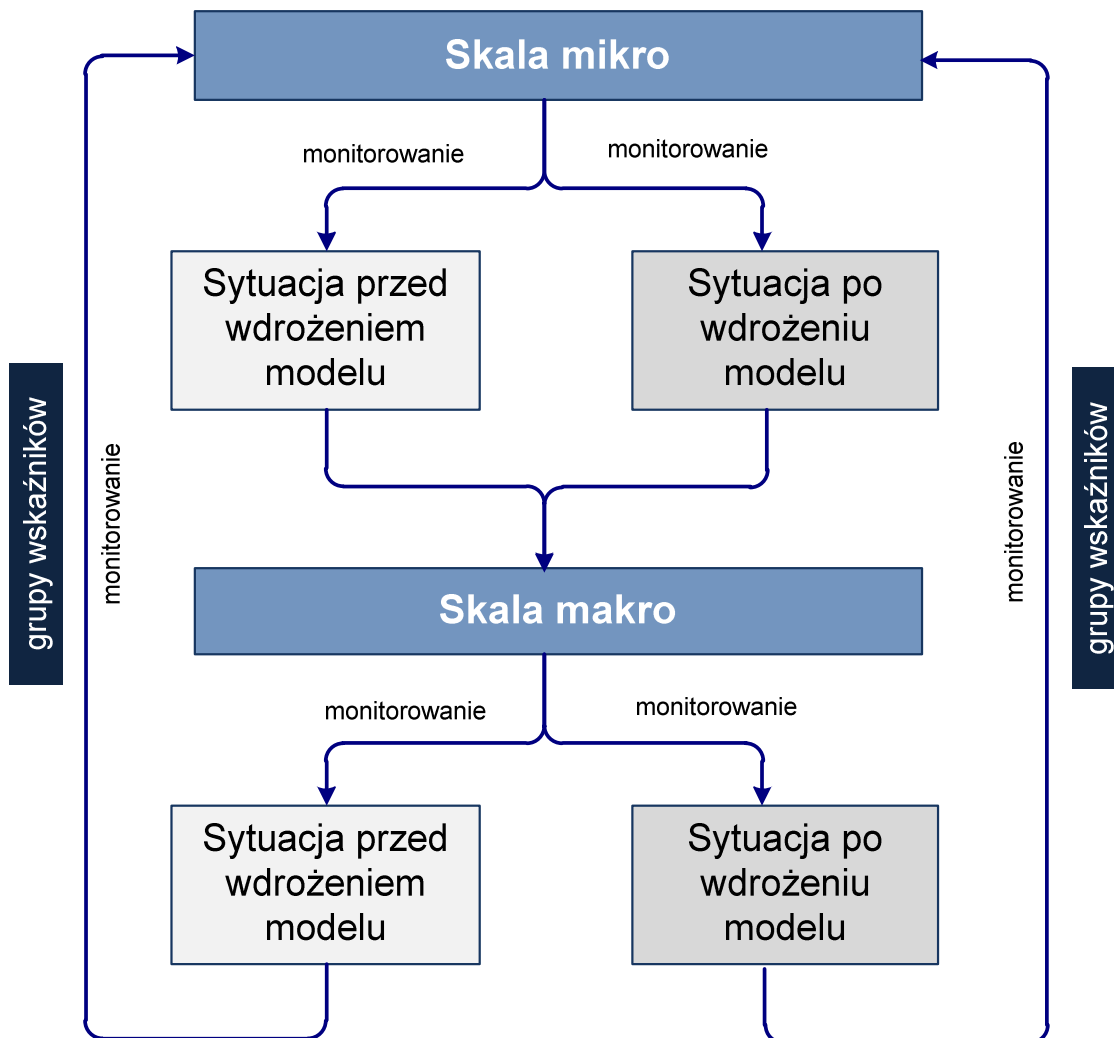




Rys. 3. Koncepcja funkcjonowania centrum kompetencji kierowanego przez koordynatora w modelu referencyjnego funkcjonowania intermodalnej sieci logistycznej

Źródło: Opracowanie własne.

Dla opracowanego modelu referencyjnego, stworzona została metodyka oceny rezultatów wynikających wdrożenia koncepcji. Głównym założeniem stworzonej metodyki jest porównanie sytuacji przed wdrożeniem modelu oraz po wdrożeniu modelu. Zgodnie z założeniami pracy, analizowany będzie wpływ modelu na przedsiębiorstwa (skala mikro) jak i region, w którym analizowane firmy prowadzą działalność gospodarczą (skala makro). Ogólny schemat metodyki prezentuje poniższy rysunek.



Rys. 4. Metodyka oceny modelu koordynacji procesów transportowych w oparciu o koncepcję zrównoważonego rozwoju

Źródło: Opracowanie własne.

## PODSUMOWANIE

W celu prawidłowego kształtowania sieci intermodalnej w Polsce, niezbędna jest właściwa organizacja współpracy pomiędzy uczestnikami intermodalnych łańcuchów transportowych. W jednym z najczęściej spotykanych wariantów, koleje udostępniają swoje systemy eksploatacyjne, a przedsiębiorstwa transportu kombinowanego kupują usługi przewozowe od kolei i przygotowują oferty rynkowe, wynikające z potrzeb nadawców przesyłek, przewoźników drogowych czy spedytorów. Operatorzy transportu intermodalnego organizują i nadzorują wyłącznie przewozy kolejowe terminal – terminal, natomiast wspomniane przedsiębiorstwa transportu intermodalnego posiadają w swojej ofercie

kompleksowe usługi logistyczne. Obsługą terminali transportu intermodalnego zajmują się przedsiębiorstwa kolejowe, operatorzy, a także prywatne firmy. Przewoźnicy drogowi i spedytorzy zajmują się akwizycją przewozów, organizują krótkie przewozy od nadawcy do terminala oraz z terminala do odbiorcy. Widać zatem jak złożone są to procesy i jak wiele jest między nimi powiązań, które należy skoordynować. Dodatkowo, na rozwój przewozów intermodalnych mają także wpływ istniejące przepisy i regulacje prawne, a także punktowa oraz liniowa infrastruktura transportowa.

Podsumowując można stwierdzić, iż zaproponowane przez autorów podejście umożliwia skoordynowanie działań realizowanych przez zdefiniowane w artykule podmioty. Dodatkowo, opracowana metodyka wskazuje także jakie należy podjąć działania w ramach każdej z grup, aby zwiększyć wykorzystanie alternatywnych dla przewozów drogowych gałęzi transportu. Warto raz jeszcze podkreślić, iż kluczowym czynnikiem w kształtowaniu sieci intermodalnej w Polsce jest rola władz publicznych. To właśnie Państwo powinno czynnie uczestniczyć w współtworzeniu efektywnej liniowej i punktowej infrastruktury transportowej, wspierającej zarówno transport pasażerski jak i towarowy oraz podejmować działania związane z eliminacją wymienionych w pracy barier. W tym celu zasadne jest stworzenie centrów kompetencji, kierowanych przez koordynatorów, zarówno na szczeblu lokalnym jak i centralnym.

W skład centrów kompetencji w obszarze logistyki powinni wejść:

- przedstawiciele władz państwowych,
- głównych podmiotów transportu intermodalnego,
- użytkowników transportu,
- ekspertów ds. transportu intermodalnego.

Powołane centra kompetencji w obszarze logistyki powinny między innymi wykonywać następujące zadania:

- planowanie kierunków polityki rozwoju transportu intermodalnego,
- koordynowanie różnych inicjatyw w dziedzinie legislacji,
- koordynowanie pomocy dla transportu intermodalnego,
- koordynowanie działań stwarzających warunki techniczne dla rozwoju transportu intermodalnego.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Fechner I. Centra logistyczne i ich rola w procesach przepływu ładunków w Systemie Logistycznym Polski Prace Naukowe – Transport- zeszyt 76. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010
- [2] Hajdul M.: Racjonalizacja systemów transportowych przedsiębiorstw szansą na zmniejszenie ruchu pojazdów ciężarowych w Wielkopolsce, *Logistyka* 4/2007.
- [3] Hajdul M., Model zintegrowanego systemu przewozów multimodalnych ładunków zjednostkowanych, w. Europa-Azja. Gospodarka, transport, red. Mindur L., Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2007.
- [4] Hajdul M., Fechner I., Kubiak P.: Przewozy intermodalne – realne korzyści dla firm oraz użytkowników dróg, *Logistyka* 2/2008, s. 27-30.
- [5] Hajdul M., Rydzkowski W., Analiza wpływu zróżnicowania stawek za dostęp do infrastruktury transportowej na rozwój przewozów intermodalnych, *Logistyka* 4/2009, s. 32-36.
- [6] Hajdul M., Rydzkowski W., Factors influencing modal split and construction of intermodal chains, w. Innovative perspective of transport and logistics, red. Burnewicz J., Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009.

- [7] Hajdul M., Kawa A., Golińska K., Pawlewski P., Cooperative Purchasing of Logistics Services among Manufacturing Companies based on Semantic Web and Multi-Agent System, W : Y. Demazeau (et al.) (Eds.): 8th International Conference on Practical Applications of Agents and Multiagent Systems, Advances in Intelligent and Soft Computing, Vol. 71, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2010
- [8] Kacprzak M., A Strong Completeness Result for a MAS Logic, Annales Societatis Mathematicae Polonae. Series 4: Fundamenta Informaticae, 2006, Vol. 72, nr 1-3, s.197-213
- [9] Kisperska-Moroń D. (red.): Czynniki rozwoju wirtualnych łańcuchów dostaw, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2009
- [10] Komisja Wspólnot Europejskich. KOM(2006) 336 - Logistyka transportu towarowego w Europie – klucz do zrównoważonej mobilności. Komunikat Komisji do Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów (28-6-2006).
- [11] Komisja Wspólnot Europejskich. COM(2006) 314 - Utrzymać Europę w ruchu - zrównoważona mobilność dla naszego kontynentu Przegląd średniookresowy Białej Księgi Komisji Europejskiej dotyczącej transportu z 2001 r.. Komunikat Komisji Dla Rady i Parlamentu Europejskiego: 4 (22-6-2006).
- [12] Leszczyński J.: Modelowanie systemów i procesów transportowych, Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1994.
- [13] Liberadzki B., Mindur L.: Uwarunkowania rozwoju systemu transportowego Polski, Warszawa: Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, 2006.
- [14] Mindur M. Transport Europa – Azja, Wydawnictwo ITE-PIB, Warszawa-Radom 2009
- [15] Mindur L. (red.), Współczesne technologie transportowe, Politechnika Radomska, Warszawa 2002.
- [16] Mindur L. Technologie transportowe XXI wieku. Wydawnictwo ITE-PIB, Warszawa-Radom 2008
- [17] Neider J, Transport w handlu międzynarodowym, WUG, Gdańsk 2006.
- [18] Palmtier E. G., Crum C.: Enterprise sales and operation planning, J. Ross Publishing, Boca Raton, 2003.
- [19] Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K. (red.): Transport, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
- [20] Ulieru M., Brennan R.W., Walker S.S., The Holonic enterprise: A model for Internet-enabled global manufacturing supply chain and workflow management. Integrated Manufacturing Systems, vol. 13, no. 8, 2002

## THE METHOD OF MODELING INTERMODAL NETWORK IN POLAND USING MULTI-AGENT SYSTEMS

### Abstract:

In the paper an innovation approach to modeling of intermodal network is given. The main aim of the carried out research was to create the solution, which would eliminate existing barriers concerning development on intermodal haulages. Moreover, created solution takes into consideration strong relations between actors involved in transport processes and the transport system of the region/country.

Created method of modeling intermodal network in Poland refers to the concept of multi-agent systems. This systems assume coordinated actions in favor of concrete problem solution with support of cooperating agents (holons), that is, in described paper, actors connected with intermodal transport.

Key words: intermodal network, modeling, sustainable development, reference model, multi-agent systems.