

TRANSPORT INTERMODALNY NA BLISKIE I ŚREDNIE ODLEGŁOŚCI

INTERMODAL TRANSPORT OVER SHORT AND LONG DISTANCES

W artykule przedstawiono możliwości realizacji przewozów kolejowo-drogowych na dystansach 150 – 500 km, rozumianych jako transport zunifikowanych jednostek ładunkowych na małe i średnie odległości. Zdefiniowano czynniki determinujące wysokie koszty przewozów kolejowo-drogowych, a tym samym wpływające na efektywność tych przewozów przede wszystkim na duże odległości – powyżej 500 km. Zaproponowano kryteria, które należy uwzględnić aby transportem kombinowanym przewozić ładunki na mniejsze odległości. Zaproponowano do transportu, odpadów komunalnych, złomu, gruzu komunalnego, kruszywa budowlanego system ACTS – poziomego przeladunku standardowych pojemników wymiennych.

Słowa kluczowe: transport kombinowany, terminal przeladunkowy, technologie przeladunkowe, organizacja przewozów kombinowanych kolejowo-drogowych, system ACTS, strumień ładunków.

The article presents the possibilities for rail and road transport over the distance of 150-500 km, understood as transport of standardized loading units over short and medium distances. It identifies factors determining high costs of rail and road transport, which have an influence on the effectiveness of this transport, in particular over long distances, exceeding 500 km. It puts forward criteria to be taken into consideration when carrying goods by combined transport over shorter distances. It suggests the use of ACTS (Abroll Container Transport System) – horizontal transshipment of standard exchangeable containers – for transport of municipal waste, scrap, municipal rubble, and construction aggregate.

Keywords: combined transport, transshipment terminal, transshipment technologies, organization of rail and road transport, ACTS, freight flow.

1. Wstęp

Transport kombinowany kolejowo-drogowy stanowi obecnie w Europie znaczącą alternatywę dla towarowego transportu samochodowego. Zatłoczone drogi z jednej strony oraz niewykorzystany potencjał przewozowy transportu kolejowego przy jego dobrze rozwiniętej sieci połączeń i infrastrukturze sprzyjają rozwojowi przewozów kombinowanych z wykorzystaniem klasycznych już dzisiaj technologii przewozowych.

Rezultaty opublikowane w [3] wskazują, że przeciętna odległość, na jaką transportowana jest IJT w przewozach kombinowanych przekracza 500 km. Największy operator przewozów intermodalnych, firma ICF (Intercontainer-Interfrigo) przewoził kontenery w 2002 r. na średnią odległość 952 km, obecnie (2007 r.) odległość ta zwiększyła się do 1192 km [4]. Średnia odległość przewozu IJT wśród operatorów transportu kombinowanego należących do organizacji UIRR wynosi 760 km [3]. Jednocześnie w państwach UE udział ładunków transportowanych na odległość ponad 500 km stanowi tylko około 22%, natomiast aż 46% ładunków przewożona jest na odległość od 150 do 500 km [3]. Tak znaczący udział towarów transportowanych na dystansie 150 – 500 km wymaga zdecydowanych działań na rzecz organizacji transportu kombinowanego na małe i średnie odległości, aby przejąć część rynku tych przewozów. Powszechnie stosowane technologie przewozów kolejowo-drogowych wymagają zatem nowego podejścia i dostosowania do potrzeb rynku.

1. Introduction

Rail-and-road combined transport is nowadays a significant alternative to car transport in Europe. Crowded roads on one hand and unused rail transport potential with its well-developed connection network and infrastructure favour the development of combined transport using classic transport technologies.

Results published in [3] show that an average distance over which ILU is transported using combined transport exceeds 500 km. The largest intermodal transport operator, ICF (Intercontainer-Interfrigo), in 2002 transported containers over the distance of 952 km, and this year (2007) this distance increased to 1,192 km [4]. An average distance of ILU transport among combined transport operators belonging to UIRR is 760 km [3]. At the same time the European Union Member States transport only 22% of loads over the distance exceeding 500 km, and as much as 46% of loads over the distance of 150-500 km [3]. Such a significant number of goods transported over the distance of 150-500 km requires decisive steps to organize combined transport over short and medium distances to take over a part of this transport market. Therefore, widely used technologies of rail and road transport require a new approach and adaptation to market needs.

2. Klasyczne technologie przewozów kolejowo-drogowych

Cechą charakterystyczną przewozów kolejowo-drogowych wynikającą z samej istoty transportu kombinowanego jest występowanie co najmniej dwukrotnego przeładunku intermodalnej jednostki transportowej (IJT) w punktach styku transportu drogowego i kolejowego. Drugą cechą jest przewóz ładunku w zunifikowanej, standardowej jednostce ładunkowej zwanej intermodalną jednostką ładunkową. W terminalu najczęściej ma miejsce przeładunek pionowy za pomocą suwnicy kontenerowej lub wozu podnośnikowego czołowego charakteryzujący się wysokimi kosztami. Dodatkowo koszty wynikające z podwójnego przeładunku IJT niwelowane są niskimi kosztami przewozu transportem kolejowym. Rysunek 1 przedstawia udział poszczególnych kosztów w całkowitych kosztach przewozów kolejowo –drogowych. Przeładunek w terminalach stanowi około 7% wszystkich kosztów. Sprostanie konkurencji wobec transportu drogowego, (około 50% wszystkich kosztów w transporcie kombinowanym stanowią koszty operatora kolejowego, rys. 1), wymaga zatem obniżenia zarówno kosztów przeładunku IJT jak i kosztów operatora kolejowego przy jednoczesnym znaczącym zwiększeniu prędkości pociągów. Jednocześnie, obserwacje poczynione przez M. Janic wydatnie wskazują na prostą zależność pomiędzy kosztami jednostkowymi przewozu IJT i odległością przewozu (rys. 2) Powyżej 500 km koszty w transporcie kombinowanym wykazują zdecydowany spadek, natomiast przewóz IJT powyżej 900 jest nawet korzystniejszy niż transportem samochodowym. Istniejące technologie przeładunkowe w terminalach intermodalnych oparte w zdecydowanej większości na przeładunku pionowym (kontenery, nadwozia wymienne, naczepy) nie zapewniają dalszego obniżenia kosztów przeładunkowych. Transport kombinowany jednostki ładunkowej na małe i średnie odległości wymaga zatem obniżenia kosztów przeładunku i nowej organizacji przewozów kolejowych.

Organizacja przewozów kolejowo-drogowych oparta jest na kilku schematach, w których ma miejsce co najmniej dwukrotny przeładunek IJT. Na rys. nku 3 przedstawiono schematy rozwiązań organizacji przewozów kombinowanych z różnymi

Struktura kosztów w transporcie kombinowanym



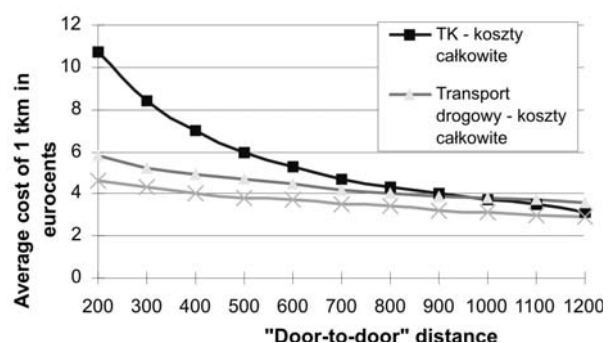
Rys. 1. Struktura kosztów w przewozach kolejowo-drogowych [2]
Fig. 1. Rail and road transport cost structure [2]

2. Classic rail and road transport technologies

A characteristic feature of rail and road transport resulting from the essence of combined transport is two transshipments of the intermodal loading unit (ILU) where road and rail transports meet. Another feature is the transport of goods in a standardized loading unit called intermodal loading unit. At the terminal usually vertical transshipment is under way using container overhead crane or front lift truck, which is very expensive. Additional costs resulting from double ILU transshipment are equalized by low costs of rail transport. Fig. 1 shows a share of particular costs in total rail and road transport costs. Transshipment at terminals constitutes around 7% of all costs. To beat the competition of road transport (around 50% of all costs in combined transport are the costs of a rail operator, Fig. 1) both the costs of ILU transshipment and rail operator need to be lowered, together with significant increase of train speed. At the same time observations made by M. Janic point to a simple relation between ILU transport costs and the distance covered (Fig. 2). Combined transport costs over the distance exceeding 500 km are significantly lower, and ILU transport over the distance exceeding 900 km is more cost-effective than car transport. The existing transshipment technologies used at intermodal terminals mostly based on vertical transshipment (containers, exchangeable bodies, semi-trailers) do not guarantee further lowering of transshipment costs. Loading unit combined transport over short and medium distances requires the lowering of transshipment costs and new organization of rail transport.

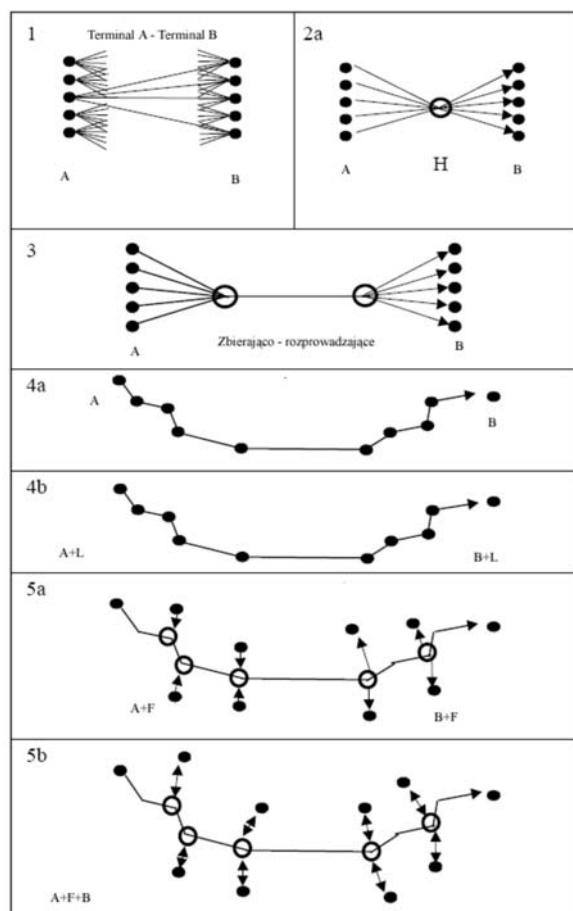
Organization of rail and road transport is based on several patterns which use at least two ILU transshipments. Fig. 3 shows patterns as regards the solutions to organization of combined transport with various functions of transshipment terminals. Pattern 1 – direct connections between initial terminal A and final terminal B. Transport to and from the terminal is done by car. Pattern 2a – all trains going from initial terminal A to final terminal B pass through interchange terminal H, at which the train set is rearranged. Pattern 2b – trains go from terminal A to interchange terminal H and back. At interchange terminal

Combined transport and road transport - relation between transport costs and distance



Rys.2. Porównanie kosztów w transporcie kombinowanym i drogowym w funkcji odległości na jaką przewożona jest jednostka ładunkowa [5]

Fig. 2. Comparison of combined transport and road transport costs with regard to the distance over which a loading unit is transported [5]



Rys.3. Schematy organizacji sieci połączeń transportem kombinowanym i funkcje terminali przeładunkowych [6]

Fig. 3. Patterns of organization of connection network using combined transport and functions of transshipment terminals [6]

funkcjami terminali przeładunkowych. Schemat 1 - bezpośrednie połączenia pomiędzy terminalem początkowym A i terminalem końcowym B. Dowóz i odwóz odbywa się tradycyjnie transportem samochodowym. Schemat 2a – wszystkie pociągi kursujące z terminala początkowego A do terminala końcowego B przejeżdżają przez terminal węzłowy H, w którym ma miejsce przeformowanie składów pociągów. Schemat 2b – pociągi kursują z terminala A do terminala węzłowego H i z powrotem. W terminalu węzłowym H następuje przeładunek jednostki ładunkowej na inny skład. Schemat 3 – z małych terminali jednostki ładunkowe dostarczane są do terminala zbierającego. W terminalu zbierającym grupy wagonów są łączone w skład liniowy, który dociera do terminala rozprowadzającego, w którym następuje rozdzielanie składu na grupy wagonów i dostarczenie ich do terminali końcowych. Czas tracony w terminalach zbierająco-rozprowadzających wynika tylko z czynności związanych z formowaniem i rozformowaniem pociągów.

Schematy 4a i 4b przedstawiają połączenia pociągiem liniowym. W terminalach pośrednich następuje rozładunek lub załadunek jednostek ładunkowych (w najprostszym modelu w terminalach przeładunkowych załadunkowi podlega tylko taka liczba i rodzaj jednostek ładunkowych ile zostało zdjętych z wagonów). Schematy 5a i 5b przedstawiają połączenia pociągiem blokowym stanowiącym trzon połączenia pomiędzy

H a loading unit is transhipped to another train set. Pattern 3 – from small terminals loading units are transported to collection terminal. At the collection terminal groups of carriages are connected to form a line set which goes then to the distribution terminal, at which the train set is divided into groups of carriages, which then go to final terminals. Loss of time at collection and distribution terminals is due to arranging and rearranging train sets.

Patterns 4a and 4b show connections by a linear train. At intermediate terminals loading units are either unloaded or loaded (the simplest way means loading only such quantity and type of loading units at transshipment terminals which has been unloaded from carriages). Patterns 5a and 5b show connections by a block train which is the main connection between initial and final terminals. At intermediate terminals groups of carriages sent from or to small terminals are connected or disconnected.

terminalem początkowym i terminalem końcowym. W terminalach pośrednich następuje dołączenie lub oddzielenie grupy wagonów skierowanych z lub do małych terminali.

3. Możliwości przewozów na małe średnie odległości

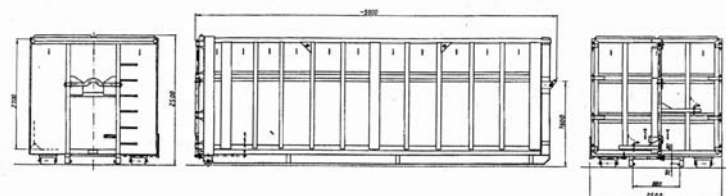
Realizacja przewozów jednostki ładunkowej na dystansie 150 – 500 km wymaga po pierwsze zastosowania przeładunku poziomego, w którym wyeliminować należy urządzenia ładunkowe na rzecz systemów przeładunkowych montowanych na pojazdach samochodowych lub prostych i tanich systemów przeładunku poziomego instalowanych w terminalach, co w konsekwencji umożliwi zbudowanie większej liczby tanich terminali. Zwiększona liczba terminali ułatwia jednocześnie dostęp do infrastruktury kolejowej przewoźnikowi drogowemu. Po drugie organizując połączenia kolejowe na dystansie 150 – 500 km należało by rozpatrzyć taką organizację przewozów, w której nie występują terminale pośrednie jak to ma miejsce w niektórych systemach organizacji przewozów (rys. 3).

Jednym z takich systemów jest system zwany jako ACTS (Abroll Container Transport System) – poziomy przeładunek pojemników wymiennych. Zalety to przede wszystkim: niskie koszty zbudowania i utrzymania terminali przeładunkowych – tor postojowy o odpowiedniej długości (co najmniej 650 m według wymagań AGCT) oraz przylegający do niego plac o szerokości około 10 m, umożliwiający manewrowania pojazdami samochodowymi, pojazdy samochodowe o ładowności co najmniej 16 ton z hakowym systemem zabierakowym, standardowy pojemnik wymienny o konstrukcji dostosowanej do rodzaju przewożonego ładunku (rys. 4), wagon platforma z obrotowymi ramami do przewozu dwóch lub trzech pojemników wymiennych (rys. 5).

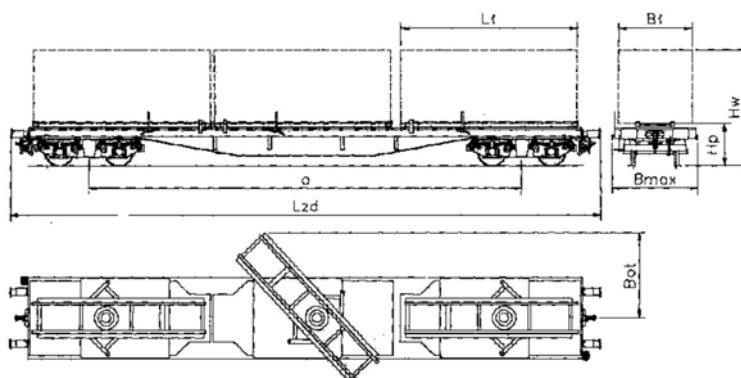
3. Transport possibilities over short and medium distances

Firstly, loading unit transport over the distance of 150-500 km requires the use of horizontal transshipment, in which loading equipment should be eliminated to make room for transshipment systems installed in cars or simple and low-cost horizontal transshipment systems installed at terminals, which as a result will make possible the establishment of more low-cost terminals. Larger number of terminals facilitates road carrier's access to rail infrastructure. Secondly, arranging rail connections over the distance of 150-500 km we should take into consideration such transport organization which leaves no room for intermediate terminals, as is the case in some transport systems (Fig. 3).

One of such systems is ACTS (Abroll Container Transport System) – horizontal transshipment of exchangeable containers. The system advantages include low cost of construction and maintenance of transshipment terminals – storage track of sufficient length (at least 650 m long according to AGCT requirements) and adjacent square, 10 m wide, allowing for manoeuvring cars, cars of load capacity of at least 16 tonnes, equipped with a hook driver system, standard exchangeable container of structure matching the type of load transported (Fig. 4), platform carriage with rotating frames for the transport of two or three exchangeable containers (Fig. 5).



Rys. 4. Pojemnik wymienny systemu ACTS przeznaczony do przewozu gruzu, odpadów komunalnych, złomu
Fig. 4. ACTS exchangeable container for the transport of rubble, municipal waste, and scrap



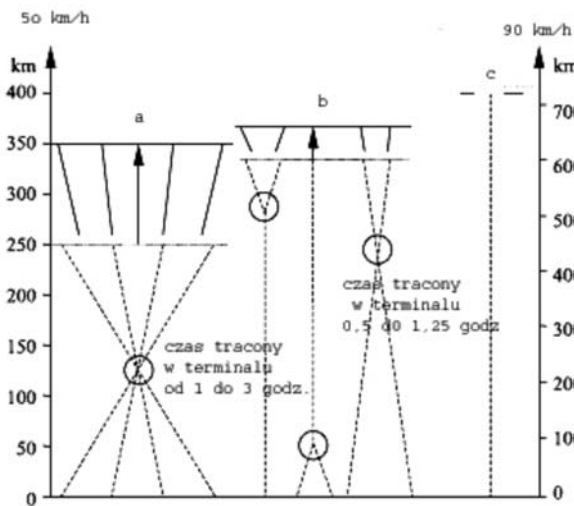
Rys. 5. Wagon platforma do przewozu trzech pojemników wymiennych [7]
Fig. 5. Platform carriage for the transport of three exchangeable containers [7]

Czynności przeładunkowe w terminalu sprowadzają się ustawienia pojazdu od kątem około 45° do osi wagonu, odblokowaniu i ręcznym obróceniu ramy obrotowej na wagonie, przesunięciu pojemnika z ramy pojazdu na ramę wagonu za pomocą urządzenia hakowego lub łańcuchowego zamontowanego na pojeździe, ponowne przekręcenie ramy już z pojemnikiem do pozycji transportowej, zablokowanie ramy w pozycji transportowej. Rozładunek odbywa się w kolejności odwrotnej. Załadunek i rozładunek może odbywać się z obu stron wagonu, pod siecią trakcyjną. Dzięki temu następuje znaczące skrócenie czasu niezbędnego na przebywanie jednostki ładunkowej w terminalu.

Organizacja połączeń bezpośrednich między terminalem nadania i terminalem odbioru (rys. 6c) przy prędkości pociągów 50 km/h pozwala w tzw. „nocnym skoku” (najczęściej pomiędzy godz. 20:00 i 4:00) pokonać odległość około 350-400 km, a przy dobrym stanie infrastruktury kolejowej i zwiększeniu prędkości pociągów do ok. 90 km/h do 700 km, (rys. 6).

Liczba odprawianych z terminali składów transportu kombinowanego, a tym samym wielkość strumienia ładunków, również ma istotny wpływ na obniżenie kosztów przewozu IJT (rys. 7).

Wraz ze wzrostem liczby odprawianych z terminala pociągów niewątpliwie zwiększa się czas pracy terminala i z jednonozmianowego systemu pracy stopniowo można przejść na system pracy dwuzmianowej i ewentualnie na system pracy całodobowej. Czas aktywnej pracy terminala w ujęciu dobowym lub tygodniowym obniża koszty utrzymania terminala i ostatecznie wpływa na obniżenie kosztów całkowitych transportu kombinowanego.



Rys. 6. Porównanie odległości przewozów transportem kombinowanym przy zastosowaniu różnych systemów organizacji połączeń między terminalami; a – połączenia z terminalem węzłowym typu hub, b – połączenia między terminalami zbierająco-rozprowadzającymi, c – bezpośrednie połączenia między terminalem nadania i terminalem odbioru IJT [8]

Fig. 6. Comparison of distances in combined transport using different systems of connection organization between terminals: a – connections with hub interchange terminal, b – connections between collection and distribution terminals, c – direct connections between ILU sending terminal and receiving terminal [8]

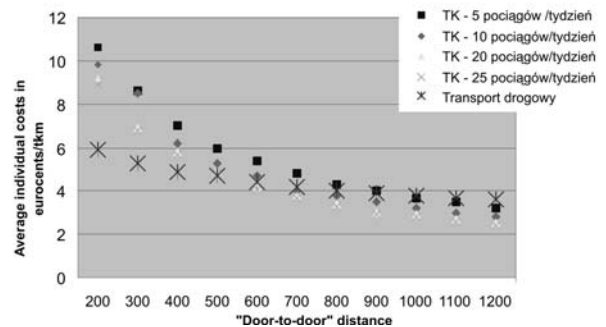
Transshipment at the terminal consists in positioning a vehicle at an angle of 45° towards carriage axis, unblocking and manually moving the carriage rotating frame, moving the container from the vehicle frame to the carriage frame using a hook or chain installed in the vehicle, moving the frame with the container to the transport position, blocking the frame in transport position. Unloading is done in reverse order. Loading and unloading may be done on both sides of the carriage, under the overhead cables. This makes it possible to save the time needed for the loading unit to stay at the terminal.

Organization of direct connections between the sending terminal and the receiving terminal (Fig. 6c) at the train speed of 50 km/h during a so-called “night leap” (usually between 8:00 p.m. and 4:00 a.m.) allows us to cover the distance of around 350-400 km, and with good rail infrastructure and increase of the train speed to around 90 km/h even up to 700 km (Fig. 6).

The number of combined transport sets sent from terminals, and thus freight flows, also has a significant influence on the lowering of ILU transport costs (Fig. 7).

Together with the increase of the number of trains sent from the terminal, the terminal working time is increased and single-shift system of work could be gradually replaced by a two-shift system, and eventually 24-hour system. Time of terminal active work with regard to a 24-hour day or 7-day week allows for the lowering of terminal maintenance costs and has an influence on the lowering of total combined transport costs.

Combined transport - relation between individual costs and the number of trains per week



Rys. 7. Porównanie kosztów w transporcie kombinowanym i drogowym w zależności od liczby połączeń kolejowych pomiędzy terminalami [5]

Fig. 7. Comparison of combined transport and road transport costs in relation to the number of rail connections between terminals [5]

4. Wnioski

System przewozów kombinowanych określany jako ACTS charakteryzuje się szeregiem zalet i wart jest rozpatrzenia jako sposób przewozu niektórych ładunków transportem kombinowanym na odległość 150 – 500 km w warunkach polskich. Na szczególną, zwłaszcza w aspekcie inwestycji budowlanych takich jak stadiony, zasługuje przewóz materiałów budowlanych w relacjach bocznic kopalni kruszyw – terminal bocznic wytwórni betonu. Zaangażowanie transportu kolejowego w realizacji wspomnianych inwestycji ma jeszcze jedną istotną zaletę. Dostarczenie znaczących ilości materiałów budowlanych transportem kolejowym możliwie najbliżej miejsca ich wykorzystania, w zatłoczonych aglomeracjach miejskich, pozwoli na zminimalizowanie użycia ciężkich pojazdów samochodowych stanowiących dodatkową uciążliwość dla ruchu miejskiego i mieszkańców.

5. References

- [1] Barthel F., Woxenius J.: *Developing Intermodal Transport For Small Flows Over Short Distances*. Transportation Planning and Technology, October 2004 Vol. 27. No. 5.
- [2] Ballis A., Golias, J.: 2002. *Comparative evaluation of existing and innovative rail–road freight transport terminals*. Transportation Research A 36A, 593–611.
- [3] European Commission (2002) European Union - Energy and Transport in Figures (DG TREN in cooperation with Eurostat. Brussels).
- [4] <http://www.icfonline.com/>
- [5] Janic M.: *Modelling the full cost of an intermodal and Road freight transport network*. Transportation Research Part D 12 (2007).
- [6] Woxenius J.: *Development of small-scale intermodal freight transportation in a systems context*. Report. Chalmers University of Technology, Goteborg 1998.
- [7] Katalog wagonów PKP Cargo SA, Katowice 2001
- [8] Trip J.J.: *Yvonne Bontekoning Integration of small freight flows in the intermodal transport system*, Journal of Transport Geography 10 (2002) 221–229.

4. Conclusions

Combined transport system, called ACTS, has several advantages and is worth taking into consideration as a way of transport of some loads using combined transport over the distance of 150-500 km in Poland. Special attention, in particular with regard to construction investments such as stadiums, should be paid to the transport of construction materials from aggregate mine siding to concrete plant siding terminal. The introduction of rail transport in the completion of the above-mentioned investments can offer one more advantage. Delivering significant quantity of construction materials using rail transport as close as possible to the place where they are needed, in crowded urban areas, will allow for the reduction of the use of heavy vehicles, which are an obstacle for city traffic and inhabitants.

Prof. dr hab. inż. Tadeusz CISOWSKI
Dr inż. Józef STOKŁOSA

Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie
ul. Mełgiewska 7/9
e-mail: j.stoklosa@pr.radom.pl
