

Augustyn Krzysztof Lorenc

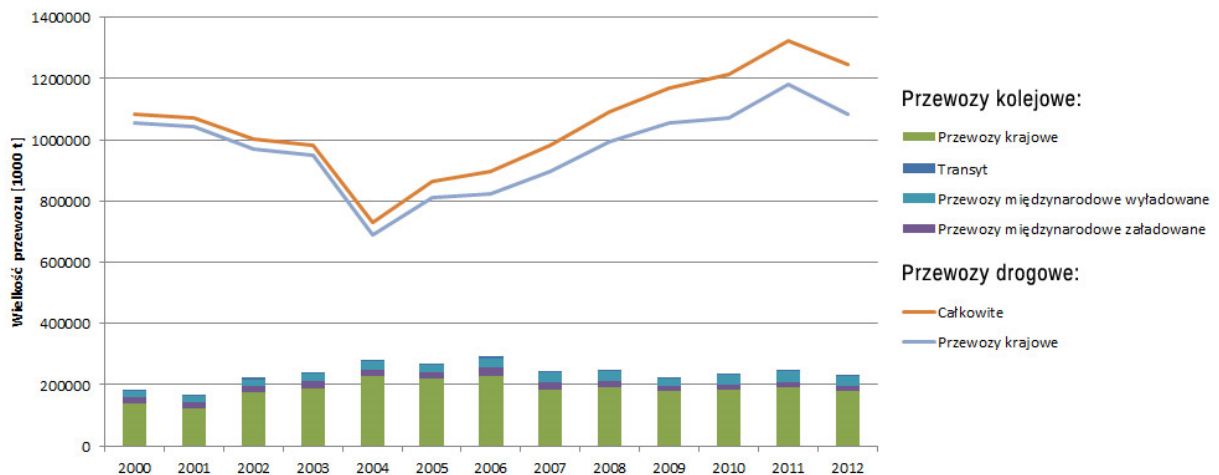
**Streszczenie:** Artykuł podejmuje zagadnienie integracji transportu szynowego i drogowego w przewozach dalekobieżnych w celu zwiększenia efektywności łańcucha transportowego. W artykule zostały porównane dwa modele transportu – konwencjonalny (wykorzystujący transport drogowy) oraz intermodalny (wykorzystujący transport drogowy i kolejowy). Zaproponowany model intermodalny wykorzystuje Kontenerowy System Transportowy dla przewozów ładunków w relacji: punkt konsolidacji (przedsiębiorstwo) – terminal kontenerowy – transport kolejowy – terminal kontenerowy – punkt dekonsolidacji oraz promienisty system transportowy w transporcie drogowym zapewniający dostawy door-to-door. Model został przeanalizowany pod kątem optymalizacji kosztów, czasu, zdolności przewozowej oraz czynników ekologicznych. Ponadto zostały wskazane i zestawione ze sobą główne cechy obu modeli. Wykorzystane stawki przewozowe oraz ceny są zgodne z rzeczywistymi stawkami oferowanymi przez przewoźników, jednak nie stanowią oferty handlowej.

**Słowa kluczowe:** kontenerowy system transportowy, łańcuch dostaw, transport międzynarodowy, model transportowy, optymalizacja transportu ładunków, UTI

### 1. Wstęp

Rosnące ceny paliw powodują wzrost stawek frachtowych szczególnie odczuwalny w transporcie drogowym. Koszt procesu transportowego stanowi zatem coraz większą część całkowitych kosztów produktu trafiającego na rynek. Jest to tym bardziej uwydatnione jeśli chodzi o towary o małej wartości oraz w przypadku, gdy dochodzi do wielokrotnego przeładunku towaru zanim dotrze on do miejsca swojego przeznaczenia. Ponadto każdy przeładunek naraża proces transportowy na dodatkowe straty czasu i może być powodem opóźnień wynikających z potrzeb m.in.: sprawdzenia dokumentów przewozowych, towaru, warunków pogodowych utrudniających, a nawet uniemożliwiających przeładunek lub usterek na jednym z wcześniejszych etapów łańcucha transportowego. Chcąc zminimalizować koszty transportu konieczne jest usprawnienie zarządzania łańcuchem dostaw oraz niejednokrotnie wykorzystywanie kilku rodzajów transportu takich jak np. intermodalny transport drogowy i kolejowy.

Biorąc pod uwagę dane statystyczne Europejskiej Komisji Eurostat dotyczące wolumenu przewozu ładunków transportem drogowym i kolejowym Polska klasyfikuje się w czołówce krajów europejskich [www.koleja.pl 2014]. Dane ilustrujące zmiany ilości przewożonych ładunków w Polsce na tle najbardziej aktywnych krajów w Unii Europejskiej w latach 2004-2012 zostały zaprezentowane na Ryc. 1.



Ryc. 1. Wolumen przewozu ładunków transportem drogowym w latach 2000-2012 [www.w3.enece.org 2014]

W oparciu o przedstawione dane można stwierdzić, że Polska posiada duży potencjał transportowy wykorzystujący drogę lądową. Dlatego też celem niniejszej publikacji jest analiza przewozu ładunków transportem kolejowym i drogowym pod kątem kosztów, czasu transportu z uwzględnieniem zdolności przewozowej oraz czynników ekologicznych. W artykule zostało także podjęte zagadnienie integracji obu rodzajów transportu w celu optymalizacji całości łańcucha transportowego.

### 2. Opis zagadnienia

#### Krajowy transport drogowy i kolejowy

W celu dokonania analizy transportu drogowego i kolejowego ustalono wspólną trasę przejazdu pomiędzy dwiema miejscowościami – takimi samymi w obu przypadkach. Będą nimi: Małaszewicze (kod stacji kolejowej

040600, kod pocztowy 21-540) oraz Kobylnica (kod stacji kolejowej 031021, kod pocztowy 61-302). Połączenia pomiędzy tymi miejscowościami zostały przedstawione w Tabeli 1. Jako rodzaj przewożonego ładunku wybrano towar neutralny, klasy NHM 851430 - piece pozostałe, elektryczne.

Tab. 1. Transport ładunku (NHM 851430) pomiędzy miejscowościami Małaszewicze oraz Kobylnica [www.koleja.pl 2014, www.emapi.pl 2014]

	<b>Transport kolejowy konwencjonalny</b>	<b>Transport kolejowy intermodalny</b>	<b>Transport drogowy konwencjonalny</b>
<b>Rzeczywista odległość [km]</b>	491	491	482.8
<b>Masa ładunku [t]</b>	22	22	22
<b>Sposób przewożenia /rodzaj nośnika</b>	Wagon dwuosioowy typu Kgns, długość ładunkowa 12.5m	Wagon dwuosioowy typu Kgns, kontener 40'	Naczepa (plandeka) 13.6x2.45x2.60m
<b>Wysokość przewożnego [zł]</b>	4548.42 / 206.75 za tonę	3487.00	1156.00
<b>Czas jazdy</b>	8 h	8 h	7 h

Porównując wszystkie przypadki przedstawione w Tabeli 1 zauważa się znaczną różnicę w wysokości przewożnego. Przy czym masa ładunku oraz jego gabaryty są porównywalne – wagon Kgns 212Z o długości ładunkowej 12.5m i szerokości 2.74m, kontener 40' 1A o wymiarach: 12.192m x 2.438m oraz naczepa samochodowa o wymiarach 13.6m x 2.45m. Założono, że nie ma możliwości skorzystania z rabatów dla żadnego rodzaju transportu. Rabaty są naliczane w przypadku zleceń kontraktowych i są uzależnione głównie od wolumenu przewozu, odległości oraz rodzaju ładunku. Dla transportu drogowego przyjęto stawkę 2.50zł/km – co odpowiada obecnym przeciętnym stawkom przewozowym.

Podsumowując, jeśli mamy do czynienia z przewozem ładunków o małym wolumenie wewnątrz kraju i nie ma potrzeby wielokrotnego ich przeładunku bardziej opłacalne jest skorzystanie z transportu drogowego. Wykorzystanie zatem transportu intermodalnego nie jest opłacalne w takim przypadku.

#### Międzynarodowy transport drogowy i kolejowy

Jak wcześniej stwierdzono intermodalny transport krajowy jest nieopłacalny z uwagi na mały wolumen przewozu oraz stosunkowo niedużą odległość. Inaczej wygląda sytuacja w przypadku transportu intermodalnego dla przewozu dużej ilości ładunków na dużą odległość. Będzie możliwe w takim przypadku podpisanie kontraktu z przewoźnikiem i skorzystanie z udzielonych przez niego rabatów.

Dobrym przykładem tego typu procesu transportowego jest przewóz ładunków z Azji do Europy, gdzie ceny wyprodukowanych towarów są znacznie mniejsze niż w Europie. Z tego powodu wiele produktów jest importowanych mimo dużej odległości jaką musi pokonać towar, a zatem i dużych kosztach przewozu. W celu zmniejszenia kosztów dąży się do łączenia różnych rodzajów transportu [Witkowski 2010].

Dla ładunków importowanych z Azji wschodniej wykorzystując najczęściej połączenia tanie lecz wolne – morskie kontenerowe z transportem lotniczym – drogim lecz szybkim. Efektem zatem jest uzyskanie wartości pośredniej pomiędzy kosztami i czasem dla obu rodzajów transportu. Rola transportu drogowego w tym wypadku jest ograniczona praktycznie do łączenia poszczególnych ogniw transportowych oraz dostawy na pierwszym i ostatnim etapie procesu. Inaczej wygląda przewóz ładunków z Rosji do Europy, gdzie z powodu ograniczenia możliwości przewozu towarów drogą morską wykorzystywany jest transport drogowy i kolejowy. Z uwagi na rosnące koszty transportu drogowego oraz duże ryzyko uszkodzenia lub kradzieży ładunku transport konwencjonalny jest często zastępowany transportem kolejowym. Wykorzystywane są także połączenia obu rodzajów transportu, czego dobrym przykładem jest przewóz kontenerowy [Harrison, van Hoek 2008].

Biorąc pod uwagę połączenie Moskwa – Warszawa koszt przewozu ładunków jest silnie uzależniony od tego czy będzie możliwy załadunek w Rosji czy nie i pojazd będzie zmuszony do powrotu z pustą naczepą. W praktyce nie jest łatwo znaleźć powracające ładunki w odpowiednim czasie, a czas oczekiwania pomiędzy wyładunkiem i ponownym załadunkiem może okazać się zbyt długi i nieopłacalny. Jest to trudny rynek ponieważ przewoźnicy rosyjscy obniżają stawki frachtów z uwagi na niskie ceny paliwa wynoszące 3.18zł/litr [www.gasoline-germany.com 2014] - cena z dnia 25.31.2013 r. Dla przewozu ładunków na wskazanej trasie za pomocą ciągnika siodłowego i naczepy typu plandeka koszt transportu wacha się w granicach od 2100 do 2400€ - przy przewozie bez ładunku powrotnego. Mając jednak zapewniony ładunek powrotny z Rosji do Polski, koszt transportu może zmniejszyć się nawet do 800-900€. Biorąc natomiast pod uwagę przewóz kontenera 40' transportem drogowym niemal zawsze koszt będzie wynosił maksymalną stawkę. Jest to uwarunkowane tym, że nie ma fizycznej możliwości przewozu ładunku za pomocą innego nośnika niż kontener, a ładunki kontenerowe są jeszcze mało popularne. Zatem w tym przypadku należy liczyć koszt uwzględniający transport w obie strony, który wynosiłby około 2400€. Wykorzystując natomiast kontener jako nośnik ładunku przy przewozie koleją można uzyskać znacznie lepsze stawki. Odległość na trasie Moskwa – Terespol – Warszawa wynosi 1179 km, a zatem zgodnie z cennikiem Cargo Sped S.A. opłata podstawowa za przewóz wynosi 1894,13€

[www.cargosped.pl 2014]. Ostateczna wysokość opłaty jest zależna od wielkości i masy nośnika. Współczynniki korygujące zostały przedstawione w Tabeli 2.

Tab. 2. Współczynniki korygujące dla przesyłek UTI [www.cargosped.pl 2014]

Kod długości	Długość kontenera w stopach angielskich	Długość kontenera i nadwozia samochodowego wymiennego	Współczynniki korygujące dla UTI		
			Ładowna UTI do 22 ton brutto	Ładowna UTI powyżej 22 ton brutto	Próżna UTI
10	20	≤6,15	0,55	0,75	0,37
20	25	6,16-7,82	0,55	0,75	0,37
30	30	7,83-9,15	0,75	0,75	0,50
40	35	9,16-10,90	0,85	1,00	0,65
50	40	10,91-13,75	1,00	1,10	0,70
60	45 i więcej	≥13,76	1,00	1,10	0,70

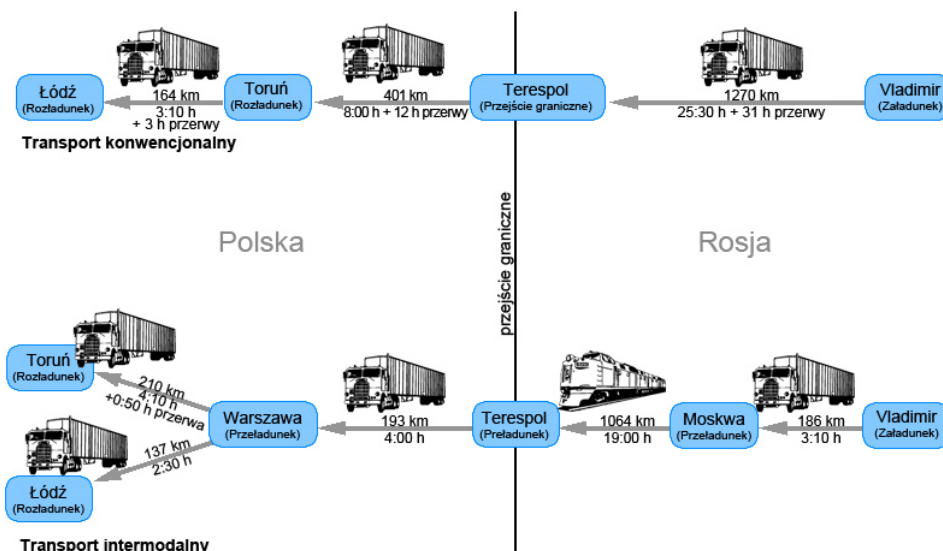
Biorąc pod uwagę przewóz kontenera 40' – porównywalny z gabarytami standardowej naczepy typu plandeka – oraz jego maksymalną masę 24 ton podstawowa stawka nie ulega zmianie i wynosi 1894,13€. Natomiast przy masie poniżej 22 ton stawka po dokonaniu korekty wynosi 1610,01€. Natomiast przy wykorzystaniu dwóch kontenerów 20' koszt ich przewozu wynosi:  $2 \cdot 1894,13\text{€} \cdot 0,55 = 2083,54\text{€}$ .

Do stawek przewozowych należy doliczyć dodatkową opłatę za załadunek i wyładunek UTI oraz jeśli jest wymagane, to także za wyładunek kontenera na plac składowania. Opłata ta wynosi 39,20€ za załadunek/wyładunek/przeładunek. W wypadku składowania na placu nie są ponoszone dodatkowe koszty przez pierwsze 14 dni. Po tym czasie należy uiścić dodatkową opłatę 4€ za każdy dzień składowania jednej jednostki 40' UTI.

Wysokość stawek przewozowych kolejną jest uzależniona od wolumenu przewozu. Przy zleceniach kontraktowych istnieje zatem możliwość uzyskania rabatu od przewoźnika wynoszącego niekiedy nawet 40% przy dużych ilościach przewożonych ładunków.

### Konwencjonalny oraz intermodalny model transportu

W przewozach konwencjonalnych wykonywanych za pomocą pojazdów drogowych przewóz ładunków odbywa się bezpośrednio od producenta do punktu docelowego – *door-to-door*. Natomiast w intermodalnym łańcuchu transportowym należy dodatkowo uwzględnić ogniwa łączące producenta towaru z kolejowym terminalem kontenerowym oraz z terminalem kontenerowym i punktami docelowymi. Model transportu konwencjonalnego oraz intermodalnego został przedstawiony na Ryc. 2.



Ryc. 2. Model transportu konwencjonalnego oraz intermodalnego (opracowanie własne)

Modele przedstawione na Rys. 3. można porównać pod kątem kosztów transportu oraz czasu przejazdu. Przy strzałkach łączących poszczególne punkty łańcucha transportowego została umieszczona odległość oraz czas przejazdu pomiędzy nimi. Model transportu konwencjonalnego uwzględnia przewóz tylko jednym ciągnikiem siodłowym z miejscowości Vladimir bez przeładunku towaru. Miejscowości Łódź oraz Toruń są punktami przeznaczenia przewożonego ładunku, zatem pojazd w tym przypadku musi dokonać najpierw rozładunku części

towaru w Toruniu, a następnie jego kolejnej części w Łodzi. W modelu transportu intermodalnego został zaplanowany załadunek towaru do dwóch kontenerów 20' w miejscowości Vladimir. Które zostają przewiezione na jednej naczepie do terminalu kontenerowego w Moskwie, gdzie zostają przeładowane na jeden wagon dwuosiowy. Następnie zostają przewiezione do terminalu przeładunkowego w Terespolu, gdzie ponownie trafiają na jedną wspólną naczepę i zostają przewiezione do Warszawy. W Warszawie ma miejsce rozłączenie kontenerów i ponowny transport dwoma pojazdami do docelowych punktów – Torunia i Łodzi. Zestawienie kosztów i czasu transportu dla obu modeli zostało zaprezentowane w Tabeli 3.

Tab. 3. Zestawienie kosztów i czasu transportu dla modelu konwencjonalnego i intermodalnego

Odcinek	Model konwencjonalny		Odcinek	Model intermodalny		
	Koszty [€] <sup>11</sup>	Czas [h]		Koszty [€] <sup>12</sup>	Czas [h]	
Vladimir – załadunek	-	1:00	Vladimir - załadunek	-	1:00	
Vladimir – Terespol	2540,00	25:30 + 31:00 przerwa	Vladimir - Moskwa	204,00 <sup>13</sup>	3:10	
Terespol – Toruń	800,00	8:00 + 12:00 przerwa	Moskwa - przeładunek <sup>14</sup>	78,40	0:20	
Toruń – rozładunek	-	1:00 + 3:00 przerwa	Moskwa – Terespol	1841,54	19:00	
Toruń – Łódź	328,00	3:10	Terespol - przeładunek	78,40	0:20	
Łódź – rozładunek	-	1:00	Terespol - Warszawa	386,00	4:00	
			Warszawa - dekonsolidacja	39,20	0:10	
			Warszawa - - Toruń	420,00	4:10 + 0:50 przerwa	5:00
			Toruń – rozładunek	39,20	0:10	0:10
			Warszawa - Łódź	274,00	2:30	-
			Łódź - rozładunek	39,20	0:10	-
<b>Suma:</b>	<b>3668,00</b>	<b>85:40</b>		<b>3399,94</b>	<b>33:10</b>	

Dokonując analizy Tabeli 3, można zauważyć, że koszty transportu intermodalnego są niższe mimo przewozu tylko dwóch kontenerów 20' oraz braku rabatów. Ponadto krótszy jest czas transportu, co jest głównie spowodowane tym, że większość drogi kontenery pokonują za pomocą kolei, a więc nie ma potrzeby dokonywania dodatkowych postojów w celu odpoczynku kierowcy. W obu modelach został uwzględniony czas pracy kierowcy zgodnie z przepisami ustawy o czasie pracy kierowców [Ustawa o czasie pracy kierowców z dnia 16 kwietnia 2004]. W wypadku jednego kierowcy prowadzącego pojazd czas transportu dla analizowanego modelu jest ponad dwukrotnie większy (85:40 godziny). Transport w przedstawionym modelu intermodalnym w ostatnim jego etapie jest dokonywany za pomocą metody promienistej. Polega ona na dekonsolidacji ładunku i przewożenia go równocześnie osobnymi pojazdami do punktów docelowych [Bozarth, Handfield 2007].

Dodatkowym atutem przewozów kontenerowych jest wysoki współczynnik bezpieczeństwa ładunku. Kontener począwszy od załadunku w przedsiębiorstwie produkcyjnym, aż do punktu docelowego nie jest otwierany i stanowi jedną całość zabezpieczoną plombami. Zastosowanie dwóch kontenerów 20' jest bardziej efektywne, ponieważ przy przewozie ładunku do dwóch odbiorców nie będzie potrzeby przepakowywania ładunku – jedynie przeładowania jednego kontenera na naczepę w drugim pojeździe. Mimo większej ilości czynności ładunkowych w transporcie intermodalnym ryzyko uszkodzenia ładunku jest bardzo małe, ponieważ przeładowywany jest cały kontener pomiędzy różnymi środkami transportu, a nie jego zawartość [Murphy jr, Wood 2010]. Zminimalizowanie ryzyka uszkodzenia ładunku jest szczególnie ważne przy towarach o wysokiej

<sup>11</sup> Przyjmując stawkę 2€/km

<sup>12</sup> Przyjmując stawkę 2€/km

<sup>13</sup> Przyjmując stawkę 1.1€/km

<sup>14</sup> Przeładunek dwóch kontenerów 20' – 39,20€/szt., 0:10 h/szt.

wartości. W prezentowanym modelu dla przewozu kontenerowego miały miejsce sześć procesów ładunkowych. Jest to więcej niż w modelu przewozu konwencjonalnego, gdzie miały miejsce tylko trzy tego typu procesy. Podsumowanie zalet i wad obu modeli transportowych zostało zaprezentowane w tabeli 4.

Tab. 4. Podsumowanie głównych cech transportu konwencjonalnego oraz intermodalnego

	<b>Transport konwencjonalny</b>	<b>Transport intermodalny</b>
<b>Czas jazdy</b>	Długi	Krótki
<b>Koszty bez rabatów</b>	Nieznacznie większe	Nieznacznie mniejsze
<b>Możliwość uzyskania rabatów</b>	Niewielkie do 10%	Nawet do 40% przy dużym wolumenie
<b>Ilość procesów przeladunkowych</b>	3	6
<b>Ilość dokumentów</b>	CMR, Karnet TIR	CMR, Karnet TIR, SMGS
<b>Ryzyko uszkodzenia ładunku</b>	Średnie	Małe
<b>Normy emisji spalin</b>	Normy EURO	Dyrektywa 97/68/EEC

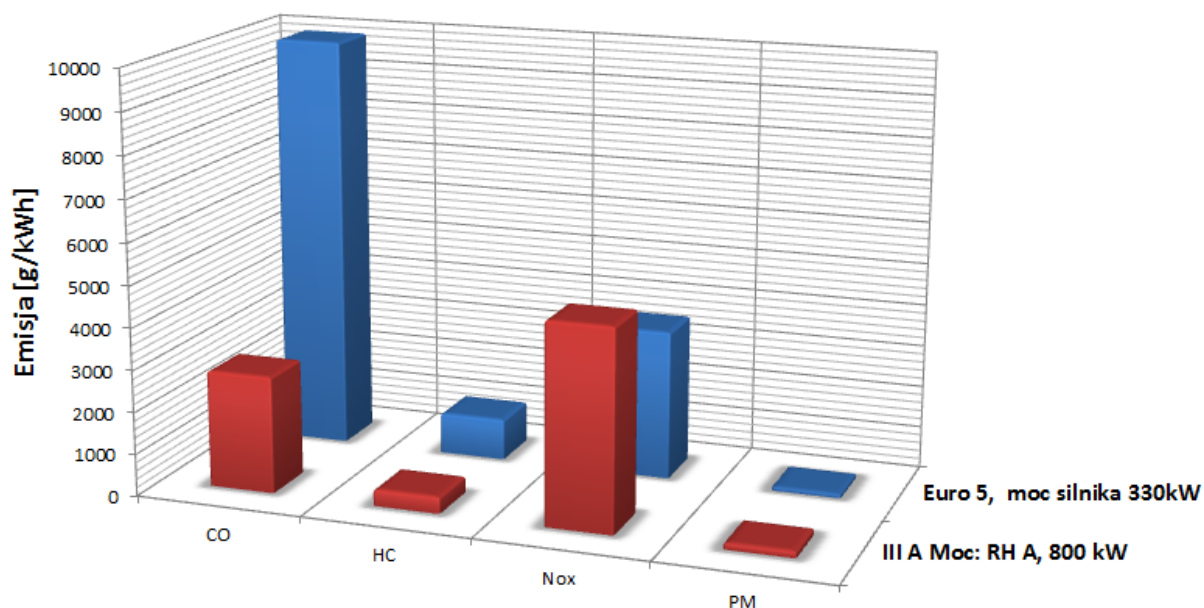
### Normy emisji spalin

Z uwagi na rosnące zanieczyszczenie środowiska naturalnego istotne jest zmniejszenie emisji spalin w procesach transportowych. W związku z tym powstają coraz bardziej restrykcyjne przepisy i normy ujednolicone w wielu krajach. Aktualne normy dla transportu drogowego oraz kolejowego zostały zaprezentowane w Tabeli 5.

Tab. 5. Normy emisji spalin dla silników diesla według norm Dyrektywa 2007/715/EC oraz Dyrektywy 2012-46-UE [www.europa.eu 2014, Dyrektywa Komisji 2012-46-UE z dnia 6 grudnia 2012]

		<b>CO (g/km)</b>	<b>HC (g/km)</b>	<b>NOx (g/km)</b>	<b>PM (g/km)</b>	<b>obowiązuje od</b>
<b>EURO</b>	EURO 4	0,5	0,05	0,25	-	01-05-2005
	EURO 5	0,5	0,05	0,18	0,005	01-09-2009
	EURO 6	0,5	0,09	0,08	0,005	01-08-2014
		<b>CO (g/kWh)</b>	<b>HC (g/kWh)</b>	<b>NOx (g/kWh)</b>	<b>PM (g/kWh)</b>	<b>obowiązuje od</b>
<b>III A</b>	P = 75-130 kW	3,5	4,7		0,3	01-01-2006
	RC A, P > 130 kW	3,5	4		0,2	01-01-2006
	RL A, 130 kW < P < 560 kW	3,5	4		0,2	01-01-2007
	RH A, P > 560 kW	3,5	0,5	6	0,2	01-01-2009
	RH A, P > 2000 kW i SV > 5l/cyl	3,5	0,4	7,4	0,2	01-01-2009
<b>II B</b>	RC B, P > 130 kW	3,5	0,19	2	0,025	01-01-2012
	R B, P > 130 kW	3,5	4		0,025	01-01-2012
<b>III B</b>	P = 37-56 kW	3,5	4,7		0,025	01-01-2013
	P = 56-130 kW	3,5	3,3		0,025	01-01-2012
	P = 130-560 kW	3,5	2,0		0,025	01-01-2011
<b>IV</b>	P = 56-130 kW	3,5	0,4		0,025	01-08-2014

Należy zwrócić uwagę na fakty, że normy emisji spalin dla transportu drogowego są wyrażane w g/km natomiast dla transportu kolejowego w g/kWh. W celu ich porównania należy zatem przekształcić je do wspólnych jednostek. Aby móc tego dokonać niezbędne jest porównanie konkretnych silników, jednak możliwe jest również orientacyjne porównanie obu norm. Przyjmując moc silnika ciągnika siodłowego jako 440kW (330kW), oraz średnią prędkość jazdy wynoszącą 60km/h można obliczyć normy emisji spalin w g/kWh. Natomiast, aby obliczyć normy dla lokomotywy należy przemnożyć wartości normy przez moc silnika, do celów porównawczych przyjęto moc silnika lokomotywy równą 800kW. Zestawienie tak przeliczonych danych zostało zaprezentowane na Ryc. 3.



Ryc. 3. Porównanie norm emisji spalin dla transportu drogowego oraz kolejowego

### 3. Wnioski

Niniejszy artykuł stanowi porównanie dwóch modeli transportu dalekobieżnego. Wykazano na przykładzie połączenia Rosja-Warszawa, że przy tego typu przewozach opłacalne jest wykorzystanie przewozów kontenerowych i integracja transportu drogowego umożliwiającego dostawy *door-to-door* z transportem kolejowym. Nawet przy standardowych przewozach przy dwóch kontenerach 20' bez korzystania z rabatów oferowanych przez przewoźników za większy wolumen przewozu, koszt transportu jest mniejszy niż w przypadku konwencjonalnego przewozu drogowego. Ponadto czas przewozu jest niemalże dwukrotnie mniejszy, a towary pokonujące całą drogę w jednym nośniku są lepiej chronione przed uszkodzeniem. Dokonując wstępnej analizy norm emisji spalin można ponadto stwierdzić, że przewóz intermodalny jest znacznie bardziej ekologiczny i mniej zanieczyszcza środowisko.

### 4. Literatura

**Bozarth C., Handfield R. B.** 2007. Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw. Helion. Gliwice: 105-108.

**Dyrektywa Komisji** 2012-46-UE z dnia 6 grudnia 2012 r.

**Harrison A., van Hoek R.** 2008. Logistics Management and Strategy Competing through the supply chain, 3rd edition. Pearson Education Limited. England: 221-223.

**Murphy jr P. R., Wood D. F.** 2011. Nowoczesna logistyka, Wydanie X. Helion. Gliwice: 53-56.

**Witkowski J.** 2010. Zarządzanie łańcuchem dostaw, koncepcje > procedury > doświadczenia. PWE. Warszawa: 98-101.

**Strona internetowa:** [www.epp.eurostat.ec.europa.eu](http://www.epp.eurostat.ec.europa.eu) stan (stan z dnia 09-02-2014).

**Strona internetowa:** [www.koleja.pl](http://www.koleja.pl) (stan z dnia 19-02-2014).

**Strona internetowa:** [www.emapi.pl](http://www.emapi.pl) (stan z dnia 19-02-2014).

**Strona internetowa:** [www.europa.eu](http://www.europa.eu) (stan z dnia 19-02-2014).

**Strona internetowa:** [www.gasoline-germany.com](http://www.gasoline-germany.com) (stan z dnia 19-02-2014).

**Strona internetowa:** <http://www.w3.enece.org> (stan z dnia 09-01-2014).

**Taryfa towarowa PKP Cargo S.A.:** [www.cargosped.pl](http://www.cargosped.pl) (stan z dnia 19-02-2014).

**Ustawa o czasie pracy kierowców** z dnia 16 kwietnia 2004, (Dz.U. z 2004 nr 92 poz. 879).

**Nazwa instytucji:** Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, Instytut Pojazdów Szynowych

**Opiekun naukowy:** Dr inż. Maciej Szkoda

**Adres do korespondencji:** [augustyn@m8.mech.pk.edu.pl](mailto:augustyn@m8.mech.pk.edu.pl)