

Marek AUGUŚCIUK
Natalia PAWELCZYK*

INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA W BRANŻY TSL NA PRZYKŁADZIE TECHNOLOGII PRZEWOZÓW W SYSTEMIE FLEXIWAGGON

Słowa kluczowe: *Transport intermodalny, Technologia Flexiwaggon, Trasa E75, Koszty, Przepustowość.*

Streszczenie: W referacie przedstawiono koncepcję wykorzystania nowoczesnej technologii transportu intermodalnego Flexiwaggon oraz towarzyszącej jej infrastruktury i centrów przeładunkowych do planowania procesów transportowych w branży TSL. Niewykorzystywane dotąd w Polsce rozwiązanie, zostało zaproponowane jako alternatywna możliwość przewozu towarów, obecnie przewożonych transportem samochodowym, na polskim odcinku trasy E75. W pracy skupiono się na uzasadnieniu, dlaczego zastosowanie powyższej technologii jest korzystne ze względu na zasoby ekonomiczne, zasoby czasowo oraz ekologiczne. Zwrócono również uwagę na możliwość reakcji w przypadku nieprzewidywanych sytuacji.

1. WSTĘP

W ogólnym ujęciu branża TSL zajmuje się poprawnym działaniem oraz regulowaniem procesów transportowych, spedycyjnych i logistycznych, poczynając od planowania przewozu, poprzez jego organizację, aż po samo transportowanie. Bardzo ważnym i odpowiedzialnym zadaniem jest więc rozwój tej branży tak, aby umożliwiła ona nie tylko sprawne przemieszczanie osób, jak i ładunków w przestrzeni z punktu A do punktu B, ale także wykorzystywała najnowocześniejsze zdobycze technologiczne. Rozwój jest kluczowy również z tego powodu, że branża TSL jest jednym z najważniejszych elementów gospodarki. W niniejszej pracy postawiliśmy jako cel zaproponowanie alternatywnego, atrakcyjnego dla branży TSL sposobu przewozu towarów, dotychczas przewożonych obciążonym odcinkiem trasy E75, przebiegającej przez terytorium Polski. Proponowane rozwiązanie opiera się na zastosowaniu systemu transportu intermodalnego z wykorzystaniem technologii Flexiwaggon. Korytarz transportowy północ-południe stanowi jeden z najważniejszych z punktu widzenia gospodarczego i najbardziej obciążonych ruchem połączeń transportowych w Polsce i Europie. Porównując Polskę z krajami

* Studenckie Koło Logistyki Stosowanej, Politechnika Warszawska

zachodniej Europy widać różnicę w liczbie aktywnych terminali intermodalnych. Dla przykładu w 2018 roku w naszym kraju istniało 35 terminali intermodalnych, w tym 29 terminali obsługujące przewozy kolejowo-drogowe, co stanowi zaledwie jedną trzecią liczby terminali zlokalizowanych u naszych zachodnich sąsiadów [1]. W poniższej pracy rozważany jest system przewozu całych zestawów kołowych złożonych z ciągników oraz naczep siodłowych wagonami kolejowymi w technologii Flexiwaggon. Są one jednymi z najnowocześniejszych rozwiązań technicznych w dziedzinie transportu intermodalnego. Jako skutek zastosowania tego rozwiązania dostrzegamy istotne zmiany w ruchu ciężarowym, zmniejszenie kosztów przewozu na tej trasie oraz skrócenie procesu transportowego. Zauważamy również wpisywanie się proponowanego rozwiązania w politykę ekologicznego transportu. Do tej pory w Polsce przewozy intermodalne całych zestawów kołowych nie są popularne. Warto jednak dać szansę tej technologii oraz rozważyć jej zastosowanie w ciągu autostrady A1. Najlepszym do tego rozwiązaniem będzie wykorzystanie istniejącej linii kolejowej nr 131.

2. LOKALIZACJA

Transport różnego rodzaju towarów wymaga od nas zaplanowania wielu działań, które w bardzo istotny sposób wpływają na prawidłowo działający system transportowy. Podstawową kwestią, jaką należy rozważyć przy planowaniu trasy danego systemu transportowego jest wyznaczenie punktu początkowego jak i końcowego. Fundamentalnym problemem jest kształtowanie sieci logistycznej, uwzględniając charakterystykę przewozów intermodalnych i związaną z nią infrastrukturą. Ważna jest również lokalizacja obiektów, takich jak terminale przeładunkowe, czy centra konsolidacji ładunków. Cały system transportowy powinien być zaprojektowany tak, aby był w stanie spełnić dane wymagania:

- inwestora, czyli minimalizacja nakładów inwestycyjnych i maksymalizacja zysków już po zrealizowaniu inwestycji;
- operatora terminala, czyli zminimalizowanie kosztów utrzymania danego obiektu;
- potencjalnych organizatorów przewozów, czyli dostępność oraz minimalizacja kosztów przeładunkowych;

Powyższe wymagania nie mogą usatysfakcjonować wszystkich jednocześnie, dlatego aby rozwiązać to w racjonalny sposób, podjęcie odpowiedniej decyzji powinno być poprzedzone analizami, takimi jak: metody modelowania matematycznego, programów komputerowych jak i algorytmów optymalizacyjnych¹.

Do wybudowanie jednego z takich terminali potrzebne jest około 30 ha. Szacowany koszt wybudowania (cena zawiera wybudowanie całej infrastruktury i wypo-

¹ Dane zaczerpnięte z portalu „Czasopismologistyka”

sażenia) będzie wynosił około 120 mln zł. Dane te zostały zaczerpnięte z planowanej budowy podobnego terminala intermodalnego w Gdyni.

3. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU FLEXIWAGGON

Wspominany we wstępie rodzaj wagonów do przewozu ciągników siodłowych wraz z naczepami, stanowi obecnie jedno z najnowocześniejszych rozwiązań tego typu na świecie, gdyż system ten powstał w 2007 roku. Oprócz rozwiązania typu Flexiwaggon opracowane są także technologie Modalhor oraz Ro-La. Poniżej przedstawiono porównanie cech użytkowych poszczególnych systemów przewozowych:

Tabela 1. Zestawienie technologii przewozowych [5]
Table 1. Summary of transport technologies [5]

Cecha systemu	System		
	Ro-La	Modalhor	Flexiwaggon
Załadunek	Wjazd przez rampę dostawną na ostatni wagon i przejazd przez wszystkie wagony aż do czołowej części składu wagonowego	Oddzielnie dla każdego wagonu	Oddzielnie dla każdego wagonu
Rozładunek	Zjazd przez rampę dostawną w kolejności od czołowej części składu wagonów, po odczepieniu lokomotywy	Oddzielnie dla każdego wagonu	Oddzielnie dla każdego wagonu
Mechanizm obrotu platformy	Brak	Zabudowany w torze terminala pod każdym wagonem	Zabudowany w wagonie
Rodzaj przewożonych pojazdów	Ciągniki siodłowe z naczepami lub pojazdy ciężarowe z przyczepami	Naczepy i ciągniki siodłowe oddzielnie po ich odłączeniu lub tylko naczepy	Ciągniki siodłowe z naczepami, pojazdy ciężarowe z przyczepami lub autokary
Koszty budowy /dostosowania terminala	Niewielkie: Zakup najazdowej rampy dostawnej	Wysokie: Na każdy z wagonów przypada jedno urządzenie wbudowane w tor, sterujące czynnościami ładunkowymi	Niewielkie: Zakup wagonów
Koszty drobny /dostosowania wagonów	Wysokie: Konieczność zakupu drogowych wagonów na specjalistycznych wózkach jezdnych	Niewielkie: Zakup wagonów z typowymi wózkami jezdnymi	Wysokie: Zakup stosunkowo drogich wagonów z wbudowanym mechanizmem ładunkowym, wagonu z typowymi wózkami jezdnymi

Innowacyjną, a za razem bardzo konkurencyjną cechą tego systemu w porównaniu do innych, jest zapewnienie oddzielnego ładowania oraz rozładowywania ciężarówek, co w razie awarii jednej z nich nie blokuje wjazdu/zjazdu pozostałych na/z zestawu wagonów kolejowych. Na dodatek nie ma konieczności dobierania kolejności ładowania ciężarówek na poszczególne wagony. Ten system przewozów nie wymaga budowania specjalnie dostosowanych i dużych powierzchniowo terminali. Do załadunku i wyładunku wystarczy bocznicą z utwardzonym wzdłuż toru pasem manewrowym o szerokości 8 m i długości kilkuset metrów umożliwiającą załadunek i wyładunek wszystkich wagonów jednocześnie.

Jak podaje producent standardowy wagon wykonany w tej technologii ma długość ładunkową wynoszącą 17,3 m co pozwala na przewóz samochodów ciężarowych wraz z naczepami bądź autobusów. Maksymalna ładowność wagonu wynosi 52 tony. Dodatkowymi atutami tego rozwiązania jest wysoka automatyzacja, zamontowane w wózkach kolejowych czujniki pozwalają kontrolować czy zestawy kołowe nie są przegrzane, a także kontrolować ich stan techniczny, zapisy te mogą być na bieżąco przekazywane maszyniście pociągu. Flexiwaggon nie wymaga zewnętrznego źródła energii, ponieważ każdy z nich dysponuje bateriami energii elektrycznej, a także gniazdem umożliwiającym podłączenie naczep wymagających zasilania prądem elektrycznym (parametry gniazda elektrycznego: 240 / 400V, 50-60 Hz²). Kolejnym użytecznym aspektem technologii Flexiwaggon jest wyposażenie ich w bezprzewodowe kontrolery umożliwiające kierowcom, bądź też obsłudze, zdalne rozkładanie oraz składanie przestrzeni ładunkowej wagonów. FlexiWaggon są zawsze produkowane zgodnie z odpowiednimi krajowymi przepisami bezpieczeństwa.

4. ROZPATRYWANA INFRASTRUKTURA KOLEJOWA I DROGOWA

Rozważając zagadnienie transportu intermodalnego najważniejszymi aspektami, jakie należy poruszyć są infrastruktura kolejowa jak i drogowa, wykorzystywana w danym cyklu transportowym. Stanowi ona podstawę technologiczną do wykonywania i sprawnego przeprowadzania danego zadania przewozowego. Przy wykorzystaniu technologii Flexiwaggon przyjęto lokalizacje terminali obsługującego dany cykl transportowy, następnie zestawiono analogiczny cykl transportowy obsługiwany przy wykorzystaniu infrastruktury jak i środków transportu drogowego.

Przyjęto lokalizację Terminala Południowego kolejowo-drogowego w bezpośrednim sąsiedztwie linii kolejowej numer 149 (Zabrze Makoszowy – Leszczyny). Na prostym odcinku linii kolejowej wystarczyłoby dobudowanie bocznic kolejowej gdzie odbywałaby się obsługa oraz wyprawianie ładownych oraz rozładowywanie ładownych pociągów towarowych. Natomiast Terminal Północny spełniają-

² Dane zaczerpnięte ze strony producenta flexiwaggon.

cy te same funkcje co Terminal Południowy mógłby znajdować się na północ od miejscowości Tczew w bezpośrednim sąsiedztwie linii kolejowej numer 260. Na podstawie schematycznego opisu przebiegu trasy pomiędzy obydwoma terminalami określona została jej długość, która wynosi około: 517 kilometrów.

Po określeniu długości trasy kolejnym ważnym aspektem jest założenie średniej prędkości z jaką poruszałby się zakładany skład zestawiony z lokomotywy elektrycznej oraz Flexiwaggonów. Wszystkie uwzględniane linie kolejowe są zelektryfikowane oraz dwutorowe, istnieje więc możliwość uzyskania znacznych prędkości w przewozach towarowych. Jako że 92% zakładanej trasy stanowi linia kolejowa numer 131, istnieje potrzeba przedstawienia jej parametrów eksploatacyjnych oraz planów na jej modernizację w najbliższej przyszłości. Obecnie Linia 131 dostosowana jest do prędkości maksymalnych 100 km/h dla pociągów towarowych. Pod względem konstrukcyjnym należy do klas obciążeniowych D3, (dopuszcza się na niej nacisk osiowy 221 kN/oś) [2].

W 2018r. PKP PLK S.A. Centrum Realizacji Inwestycji ogłosiło cztery przetargi na rewitalizację linii kolejowej 131 od km 5,900 do km 170,210 a także północnej części linii kolejowej. Zamówienie ma na celu osiągnięcie następujących parametrów eksploatacyjnych linii kolejowej 131 zgodnych z kategorią linii wg. TSI:

- Kategoria linii wg. TSI: P3, F2;
- Prędkość maksymalna dla pociągów towarowych – 120 km/h;
- Dopuszczalny nacisk osi w torze nr 1 oraz 2: 221 kN;
- Maksymalna długość pociągów: 780 m;

Przy prędkości maksymalnej dla wagonu rodzaju Flexiwaggon wynoszącej 160 km/h większym ograniczeniem będzie prędkość maksymalna dopuszczalna na wykorzystywanych liniach kolejowych, która w przyszłości będzie wynosić co najwyżej 120 km/h. Wymieniana prędkość maksymalna, jak i parametry techniczne linii kolejowej po modernizacji będą mogły pozwolić na zwiększenie prędkości handlowej pociągów intermodalnych.

Obecnie prędkość handlowa przewozów intermodalnych w Polsce oscyluje na poziomie 30 km/h³, dla porównania prędkości handlowe w takich krajach jak Francja czy Holandia wynoszą one 70 km/h. Jednakże w Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) przyjęto osiągnięcie w Polsce, średniej prędkości kursowania pociągów towarowych w roku 2020 na poziomie 40 km/h⁴. W dalszej części referatu zawierającej obliczenia czasu przejazdu rozważanego składu po danej trasie przyjęto prędkość handlową pociągu na zakładaną do osiągnięcia w 2020 roku wartość 40 km/h. Wiadomym jest iż stopniowe modernizacje linii kolejowych w tym urządzeń sterowania ruchem kolejowym jak i zakup nowego taboru pozwoli stopniowo zwiększać prędkości handlowe pociągów towarowych/intermodalnych w Polsce.

³ Dane zaczerpnięte ze strony Urzędu Transportu Kolejowego.

⁴ Dane zaczerpnięte ze strony Urzędu Transportu Kolejowego.

Rozważając infrastrukturę drogową (która stanowi pierwowzór dla stworzonej koncepcji połączenia kolejowego intermodalnego) wyznaczyliśmy następujące odcinki, zoptymalizowane pod względem przepustowości i płynności ruchu, jak i najkrótszej drogi.

- Od drogi numer 921 do autostrady A1 - 50 km
- W biegu autostrady A1/E75– 477 km
- Od zjazdu z autostrady A1 do terminala rozważanego Terminala Północnego–około 6 km

Po określeniu średniej długości trasy przejazdu samochodów ciężarowych, przeanalizowano z jakimi prędkościami mogą się one poruszać na następujących odcinkach dróg, które zostały przedstawione powyżej⁵.

- Droga numer 921 (droga lokalna, obszar zabudowany 50-60 km/h; 10 t nacisku na oś);
- Autostrada A1: (80km/h; 11,5 t nacisku na oś) ;
- Droga 91 (80km/h; droga krajowa; 11,5 t nacisku na oś);

Prędkość ciężarówek zależy także od natężenia ruchu. Szczególnie ważna jest kwestia związana z najdłuższym odcinkiem trasy – drogą E75/1. Oddanie do ruchu odcinka autostrady A1 od Czerniewic do Kowala pozwoliło przejąć ruch tranzytowy i ograniczyć ruch na istniejącej drodze krajowej nr 91. Zwiększyła się natomiast atrakcyjność podróżowania autostradą A1 – na odcinku Czerniewice- Kowal natężenie ruchu wynosi obecnie ponad 20 tysięcy pojazdów na dobę a na odcinku Kowal – Kutno Północ prawie 19 tysięcy. Ruch na tym ostatnim odcinku (istniejącym w 2013 roku) zwiększył się aż o 50%⁶.

5. ZAŁOŻENIA KOSZTÓW, ORGANIZACJI ORAZ PRZEPUSTOWOŚCI ROZWAŻANEGO SYSTEMU INTERMODALNEGO PRZY WYKORZYSTANIU TECHNOLOGII FLEXIWAGGON

W celu obliczenia opłacalności zakładanego rozwiązania, jak i określenia jego przepustowości i skutków, potrzebne jest określenie założeń dotyczących danego systemu transportowego przy użyciu wybranej technologii

⁵ Informacje zaczerpnięte z Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad.

⁶ Pomiary natężenia ruchu na A1 wykonane przez Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad.

5.1. ZAŁOŻENIA DLA TRANSPORTU KOLEJOWEGO

 Tabela 2. Zbiór założeń dla zakładanego transportu kolejowego
 Table 2. A set of assumptions for the assumed railway transport

Długość trasy kolejowej pociągu	517 km
Prędkość handlowa pociągu	40 km/h
Maksymalna długość pociągu	780 m
Długość <i>flexiwaggonu</i>	Około 20 m
Masa własna wagonu	25 ton
Dopuszczalna ładowność wagonu	52 t
Maksymalna długość ciężarówki	17,3 m

5.2. ZAŁOŻENIA DLA TRANSPORTU SAMOCHODOWEGO

 Tabela 3. Zbiór założeń dla zakładanego transportu samochodowego
 Table 3. A set of assumptions for the assumed truck transport

Długość trasy drogowej	533 km
Prędkość średnia ciężarówek	70 km/h
Masa samochodu ciężarowego	30 ton
Spalanie na 100 kilometrów	30 litrów
Cena paliwa za 1 litr	5,45 złotych

Uwagi do tabeli:

- 1) Ciągnik siodłowy o klasie spalania minimum EURO5, masa brutto ciągnika wraz z naczepą w Polsce może wynosić maksymalnie 40 ton, do obliczeń przyjmujemy masę 30 ton;
- 2) Zakładane spalanie: 30 l/100km ⁷;
- 3) Cenę paliwa przyjęto w wysokości 5,45 zł/l według odczytu ⁸

5.3. OBLICZENIA

Dla transportu kolejowego:

Zakładamy skład złożony z 35 wagonów co daje całkowitą długość pociągu około 700 metrów. Masa tak zestawionego zestawu wynosiłaby: około 875 ton dla 35 wagonów. Ładowny skład uwzględniając masy zestawów kołowych wynosiłaby 1050 ton, przy założonej masie ciągnika wraz z naczepą (30 ton). Zatem masa brutto danego składu wyniosłaby około 1925 ton. Daną masę brutto tak zestawionego

⁷ Dane zaczerpnięto z portalu trans.info

⁸ Cena obowiązująca na autostradzie A1 na stacji paliw PKN Orlen (z dnia 24.10.2019r.)

pociągu towarowego jest w stanie uciągnąć lokomotywa Siemens DSB EG o mocy 6500 kW oraz sile pociągowej 400 kN [3].

Zebrane dane pozwoliły na określenie ceny dostępu do infrastruktury kolejowej obliczonej na podstawie platformy kalkulacyjnej PKP PLK. Obliczona cena wyniosła: 7 137,75 zł, dla założonego przez nas składu w bieżącym roku kalendarzowym⁹. Do powyższej ceny należy dodać cenę zużytego prądu trakcyjnego. Do obliczeń tego kosztu założono: cenę energii elektrycznej dla odbiorców energii elektrycznej trakcyjnej zasilanych z sieci średniego napięcia 3 kV w wysokości: 470,22 zł/MWh przeliczając daje to 0,47 zł/kWh [6]. Natomiast zakładane uśrednione zużycie energii elektrycznej przez rozważaną lokomotywę ciągnącą dany skład przyjęte zostało na poziomie 17 Wh/tkm. Rozważany pociąg wykona pracę przewozową równą $517\text{km} \cdot 1925\text{t} = 995\,225\text{tkm}$. Daje to zużycie energii na poziomie $995\,225\text{tkm} \cdot 17\text{Wh/tkm} = 16\,918,83\text{ kWh}$, zatem cena energii za jeden przejazd wyniosłaby około 8000 zł [8].

Podsumowując cenę dostępu do infrastruktury oraz cenę zużytej energii trakcyjnej koszt jednego przejazdu zakładanego pociągu składającego się z 35 Flexiwagonów wyniosłby około 15 137,75 zł

Dla transportu drogowego:

W obliczeniu ceny korzystania z infrastruktury drogowej wykorzystano kalkulator opłat elektronicznych VIATOLL. Dla zakładanej trasy drogowej oraz przedstawionej wcześniej klasie spalania i masie całkowitej zestawu kołowego opłata ta wynosi 68,04 zł za całą długość trasy¹⁰. Cena paliwa za przejazd danej trasy przy podanym w założeniach koszcie jednostkowym wyniosłaby 871,45 zł. Zatem koszt przejazdu jednego zestawu kołowego rozważaną trasą wyniosłby 939,50 zł. Mnożąc te wartość razy 35 otrzymamy równoważny koszt przejazdu trasą drogową co jednego przejazdu trasą kolejową. Wartość ta wynosi $35 \cdot 953,89\text{zł} = 32\,882,33\text{ zł}$

5.4. ORGANIZACJA I PRZEPUSTOWOŚĆ ROZWAŻANEGO SYSTEMU TRANSPORTU INTERMODALNEGO

W celu określenia przepustowości rozważanego systemu, najważniejszym punktem jest założenie czasu wykonywania poszczególnych operacji cyklu transportowego. Poniżej prezentujemy określone czasy:

Dla transportu kolejowego:

1) Obrócenie platformy wagonu do czynności załadunkowej, wjazd bądź zjazd pojazdu oraz obrócenie platformy do czynności transportowej zajmuje od 10 – 15 minut. Warto zauważyć iż czynność ta, może zostać wykonana dla wszystkich wagonów jednocześnie [5].

⁹ Obliczono na podstawie Kalkulacji PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

¹⁰ Dane zaczerpnięte z portalu Viatoll (z dnia 20.10.2019r.)

2) Korzystając z wcześniej podanych założeń, obliczono czas potrzebny do pokonania wyznaczonej wcześniej trasy. Będzie on wynosił: $517 \text{ km} / 40 \text{ km/h} = 12,93 \text{ h}$. Uwzględniając możliwe sytuacje losowe mogące zaistnieć na rozważanej linii kolejowej zdecydowano zaokrąglić czas przejazdu do 13 godzin.

3) Czynności rozładunkowe zgodnie z przyjętymi kryteriami zajęłyby tyle samo czasu co czynności załadunkowe (10–15 minut).

Warto zauważyć iż czynności w terminalach nie polegają jedynie na załadunku i rozładunku wagonów, lecz także należy uwzględnić czas na formowanie bądź rozformowanie składu lub inne czynności techniczne. Koniecznym jest dodanie kolejnej godziny na ewentualne wystąpienie wspomnianych wcześniej sytuacji.

Podsumowując kolejowy cykl transportowy na zakładanej trasie wyniósłby około 14,5 godziny

Dla transportu drogowego:

Przy założeniach, że 90% trasy (477 km) odbywać będzie się autostradą A1 i maksymalnej prędkości samochodów ciężarowych z naczepami wynoszącej 80 km/h można przyjąć, że średnia prędkość będzie wynosiła około 70 km/h. Nieprzerwany czas przejazdu wyniósłby około 8 godzin. Jednakże kierowca może jechać nieprzerwanie przez 4,5h, a zatem w zakładanym cyklu transportowym będzie musiała odbyć się jedna przerwa na odpoczynek kierowcy wynosząca 45 minut. Jest to przerwa, która musi się odbyć regulowana jest ona przepisami prawa.

Podobnie jak dla transportu kolejowego, należy uwzględnić czas załadunku i rozładunku samochodu ciężarowego w terminalach ładunkowych. Czas ten w praktyce waha się w dość szerokim zakresie od 30 minut, aż do 3 godzin [9] dla czynności ładunkowych/rozładunkowych. Uśredniając założono czas na czynności ładunkowe (1,5h) i rozładunkowe (1,5h) co łącznie daje czas 3 godzin.

Podsumowując drogowy cykl transportowy na zakładanej trasie z uwzględnieniem sytuacji losowych, odpoczynku i postojów kierowcy oraz czynnościami ładunkowymi i rozładunkowymi, przyjmujemy całkowity czas wynoszący około 12 godzin.

5.5. ZAŁOŻENIA PRZEPUSTOWOŚCI ROZWAŻANEGO SYSTEMU TRANSPORTU INTERMODALNEGO

Przyjmując, że w planowanych terminalach będą znajdowały się dwutorowe bocznice kolejowe oraz tory odstawcze umożliwiające techniczną obsługę taboru kolejowego. Obliczono, że w ciągu jednego dnia jeden skład towarowy będzie w stanie pokonać drogę z terminala południowego do północnego i z powrotem, przyjmując czas na obsługę techniczną taboru wynoszącą około 5 godzin. Rozsądnym wydaje się uruchomienie 12 składów na rozważanej trasie. Umożliwiłoby to przewóz 840 ciężarówek, z częstotliwością wyjazdów pociągów z terminali co 4 godziny.

Porównując otrzymaną przepustowość rozważanego systemu z Generalnym Pomiarem Ruchu 2015, gdzie uzyskano informację o udziale ruchu samochodów ciężarowych z przyczepami na drogach krajowych według klasy technicznej A wynoszącym 5103 pojazdów/dobę (dla całego kraju). Można wysnuć wnioski iż zakładany system znacząco odciążałby ruch drogowy na autostradach, a w szczególności na autostradzie A1(E75), gdzie znajdowałyby się rozważane terminale.

6. ANALIZA

Tabela 4. Analiza wielokryterialna
Table 4. Multi-criteria analysis

CYKL TRANSPORTOWY		
Nazwa cechy	Drogowy	Kolejowy
Kryterium EKOLOGICZNE		
Emisja CO ₂ ¹¹	158g na 1 metra na 1m ³	14g na 1 pasażera na 1km ³
Ingerencja w otoczenie	Duża (Zależy od: Szerokość drogi, hałasu)	Niska (Zależy od: Szerokości układu torowego, hałasu)
Kryterium EKONOMICZNE		
Koszt surowców energetycznych	Szacunkowa cena zużytego paliwa przez 1 ciężarówkę: 871,45 zł	Szacunkowy koszt energia elektrycznej pobranej na przewóz 35 ciężarówek składem Flexiwaggonów: 8000 zł
Cena dostępu do infrastruktury	Szacunkowa cena dostępu do infrastruktury drogowej za przejazd 1 ciężarówki: 68,04 zł	Szacunkowa cena dostępu do infrastruktury kolejowej za przewóz 35 ciężarówek składem Flexiwaggonów: 7 137,75 zł
Koszt zakupu	Niski (w porównaniu do ceny taboru kolejowego)	Wysoki (Wagony wykonywane na zamówienie, wysoka automatyzacja)
Kryterium RUCHOWE		
Czas przejazdu	~8 godzin	~13 godzin
Bezpieczny ruchu – liczba wypadków	31 674 wypadków [4]	764 wypadki na liniach kolejowych i na bocznicach [6]
Kryterium TECHNICZNE		
Czas czynności ładunkowych/wyładunkowych	~3 godziny	~0,5 godziny
Czas obsługi	~1 godzina	~1 godzina

¹¹ Dane zaczerpnięto z portalu www.researchgate.net

7. WNIOSKI

Branża danej technologii TSL cały czas się rozwija, stanowiąc jeden z głównych kluczowych elementów gospodarki. Zapotrzebowanie na usługi transportowe ciągle rośnie, dlatego ważnym aspektem jest aby jak najbardziej zmodernizować najważniejsze kanały przepustowe naszego kraju.

Podsumowując dany system transportu kolejowego jak i drogowego, nie możemy zapomnieć o kwestiach podrzędnych, które składają się na niego i stanowią nieodłączną jego część. Jedną z nich jest średni czas postoju ciężarówek oraz kongestie na trasie przejazdu, wynosi on ok. 30-45 minut, w zależności od danej sytuacji losowej na drodze [10]. Obsługa techniczna ciężarówki oraz tankowanie (przyjmując pojemność zbiornika paliwa na 1400 l) wynosi średnio 15 min. Podobny czas został założony dla obsługi technicznej taboru, który w zależności od wykonywanych czynności wynosi 15-20 minut dziennie (bez uwzględniania szczególnego sprawdzenia pojazdu). Podsumowując wychodzi około 1,5-2 godzin na czynności konieczne oraz sytuacje losowe, które należy przewidzieć uwzględniając przejazd ciężarówki¹².

Rozważając aspekty kosztów należy pamiętać, iż pod tym pojęciem kryją się również wydatki takie jak pensja maszynisty która wynosi ok. 5230 zł brutto na miesiąc. To także utrzymanie kadry technicznej zajmującej się świadczeniem usług utrzymania infrastruktury torowej, której jednych z głównych zadań są naprawy bieżące i awaryjne. Koszt utrzymania jednego takiego pracownika wynosi ok. 3800 zł brutto na miesiąc.

Na podstawie danych pozyskanych z Generalnego Pomiaru Ruchu w 2015 roku, które wskazują na 18% wzrost ruchu samochodów ciężarowych z przyczepami w ciągu pięciu lat. Można z całą pewnością stwierdzić iż, przepustowość korytarzy transportowych (drogowych) w Polsce maleje w szybkim tempie. Korzystając z najnowszych technologii przewozowych takich jak przewozy intermodalne w systemie Flexiwaggon, można w znacznym stopniu odciążać trasę E-75, która jest jedną z najmocniej obciążonych ruchem. Zastosowanie branży TSL w przedstawionym przykładzie pozwala nie tylko zoptymalizować czas transportu ale także jest bardziej korzystny w aspekcie ekonomicznym oraz ekologicznym. Przewozy kolejowe w znacznie większym stopniu mniej zanieczyszczają środowisko niż ciężarówki.

W wyniku rozwoju wielu dziedzin gospodarki dostrzegamy konieczność modernizacji przedstawionej trasy, ale także wielu innych, których przepustowość i intensywność przejazdów znacznie powiększa się z roku na rok. Z wykorzystaniem transportu kombinowanego jesteśmy w stanie zwiększyć przepustowość trasy, bezpieczeństwo oraz zminimalizować czas a także koszty.

¹² Dane na podstawie opracowań wyników z firmy transportowo-logistycznej

LITERATURA

- [1] Główny Urząd Statystyczny „Transport intermodalny w Polsce w 2018r.”; str.1.
- [2] GRULKOWSKI S. ZARICZNY J. „Logistyka 3/2011”, Instytut Logistyki i Magazynowania, 2011, TOM 3, str.790.
- [3] KAŁUŻA E., „Aspekty doboru głównych parametrów technicznych lokomotyw przeznaczonych o krajowego ruchu towarowego”, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki, Czasopismo Techniczne. Dział mechanika 2011, str. 68.
- [4] Komenda Główna Policji, Biuro Ruchu Drogowego „Wypadki drogowe w Polsce w 2018 roku”, Warszawa, 2019 r.
- [5] KORZEB J., KOSTRZEWSKI A., “Logistyka tom 4”, 2012, str.403-404.
- [6] Cennik dla energii elektrycznej PKP Energetyka S.A. w 2019 roku.
- [7] Urząd Transportu Kolejowego „Sprawozdanie ze stanu bezpieczeństwa ruchu kolejowego w 2018 r”, Warszawa, 2019 r
- [8] WŁODZIMIERZ. WASILEWICZ, „Przegląd kolejowy elektrotechniczny” nr. 9 , 1974 r.
- [9] ROZPORZĄDZENIE (WE) nr 561/2006 PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 15 marca 2006 r.
- [10] <https://nowosci.com.pl/torun-korki-na-autostradzie/> (data dostępu 24.03.2019r.).

INNOVATIVE SOLUTIONS IN THE TSL INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF TRANSPORT TECHNOLOGY WITH USING THE FLEXIWAGGON SYSTEM

Key words: *Intermodal transport, Flexiwaggon technology, Route E75, Costs, Bandwidth*

The paper presents the concept of using modern Flexiwaggon intermodal transport technology as well as the accompanying infrastructure and transshipment centres to plan transport processes in the TSL industry. The solution, which has not been used in Poland so far, has been proposed as an alternative possibility of transporting goods, currently transported by road, on the Polish section of route E75. The paper focuses on justifying why the use of the above technology is economically, temporarily and ecologically beneficial. Attention was also paid to the possibility of responding to unforeseen situations.