

KONCEPCJA METODYKI KREOWANIA ŁAŃCUCHÓW TRANSPORTOWYCH KONTENERÓW CHŁODNICZYCH Z UWZGLĘDNIENIEM WPŁYWU CZYNNIKÓW RYZYKA

Streszczenie

Artykuł ma na celu zaprezentowanie koncepcji metodyki kreowania łańcuchów transportowych kontenerów chłodniczych z wykorzystaniem różnych gałęzi transportu, przy uwzględnieniu wpływu czynników ryzyka. Omówiono w nim pojęcie łańcucha transportowego kontenerów chłodniczych oraz przedstawiono przykłady sytuacji nadzwyczajnych z tymi kontenerami, wywołanych wpływem czynników ryzyka w transporcie morskim, drogowym i kolejowym. W artykule zaproponowano algorytm postępowania umożliwiający wybór właściwego kształtu łańcucha transportowego, włączający analizę czynników ryzyka występujących podczas realizacji poszczególnych ogniw, jak i całego łańcucha transportowego. Zaprezentowana koncepcja pozwala wesprzeć proces podejmowania decyzji przez osoby odpowiedzialne za planowanie łańcuchów transportowych kontenerów chłodniczych.

WSTĘP

Rozwój przewozów intermodalnych wpłynął znacząco na sposób organizacji i techniczno-technologiczne aspekty kreowania łańcuchów transportowych z udziałem różnych gałęzi transportu. Dzięki zastosowanym rozwiązaniom organizacyjnym i inwestycjom w rozwój tych przewozów usprawniony został sposób wykonywania procesów związanych z przemieszczeniem, przeładunkiem i magazynowaniem ładunków, przyczyniając się do lepszej integracji gałęzi transportu wodnego i lądowego. Znalazło to odzwierciedlenie w poprawie sposobu funkcjonowania łańcuchów transportowych, powodując zmniejszenie czasu, obniżenie kosztów, podniesienie poziomu jakości realizacji przewozu ładunków itp.

Spośród przewozów intermodalnych jednostek ładunkowych obecnie największą popularnością cieszą się przewozy ładunków w kontenerach. Ujednolicenie i zastosowanie na szeroką skalę technologii przewozu tych ładunków ułatwiło tworzenie różnych konfiguracji łańcuchów transportowych ładunków w relacji „od drzwi do drzwi”, co wpłynęło na podniesienie poziomu zadowolenia nadawców i odbiorców ładunku.

Rozwój intermodalności nie ominął również ładunków szybko psujących się, których coraz więcej przewozi się w kontenerach chłodniczych. W 2013 roku drogą morską w kontenerach chłodniczych przewieziono około 95% ładunków szybko psujących się, pozostawiając nieduży udział w przewozach konwencjonalnym chłodniowcom [3]. Według opinii ekspertów Drewry Maritime Research prognozowane jest zwiększenie pojemności floty kontenerowców do przewozu kontenerów chłodniczych o 22% do 2018 roku. Ponadto, oczekuje się zwiększenia światowych przeładunków kontenerów w portach morskich o dodatkowe 168 TEU pod koniec tego dziesięciolecia, co pozwoli osiągnąć globalne przeładunki na poziomie 850 mln TEU [4].

Światowy handel ładunkami szybko psującymi się wymagającymi chłodzenia z roku na rok odnotowuje wzrost i w roku 2014 stanowił 190 mln ton [3]. Eksperti z Drewry Maritime Research prognozują, że tendencja wzrostowa utrzyma się co najmniej do 2018 roku. Perspektywa dalszego rozwoju wymiany międzynarodowej ładunkami szybko psującymi się wymusza potrzebę odpowiedniego przygotowania się przedsiębiorstw biorących udział w transporcie tych ładunków do obsługi wzrastającego popytu na przewóz

tych ładunków. Warunkuje to potrzebę zweryfikowania przepustowości, niezawodności i efektywności funkcjonowania poszczególnych ogniw, jak i całych łańcuchów transportowych wykorzystywanych w przewozach ładunków szybko psujących się.

W kontenerach chłodniczych może być przewożony różny asortyment ładunków żywnościowych i nieżywnościowych, wymagających chłodzenia lub mrożenia [2] [10]. Ładunki te muszą być szybko transportowane i obsługiwane, ponieważ mają wysoką wartość własną i ograniczony czas ważności. Ten fakt musi być uwzględniony przez operatora transportu multimodalnego przy planowaniu łańcuchów transportowych, kiedy to poziom bezpieczeństwa ładunku odgrywa pierwszorzędną rolę przy wyborze drogi i sposobu jego transportu.

Podczas przewozu ładunku szybko psującego się od nadawcy do odbiorcy na duże odległości mogą mieć miejsce różne sytuacje nadzwyczajne, które mogą negatywnie wpłynąć na jakość tego ładunku [6]. Wystąpienie takich sytuacji może odnieść negatywne skutki finansowe i wizerunkowe zarówno dla właściciela ładunku, przewoźnika, spedytora, jak i firmy ubezpieczeniowej. Analiza przebiegu łańcuchów transportowych kontenerów chłodniczych pozwoliła wykryć następujące problemy przy ich funkcjonowaniu, w tym:

- wystąpienie strat w jakości produktów, wskutek błędów w ich obsłudze,
- niewystarczająca synchronizacja procesów łączenia ogniw łańcuchów transportowych na wybranych trasach, wskutek zakłóceń w wymianie informacji między uczestnikami łańcuchów transportowych,
- wydłużenie czasu transportu kontenerów itp.

Powyższe problemy wiążą się z wystąpieniem ryzyka wpływającego na przebieg procesu transportu, jak również na jakość produktu zawartego w kontenerze chłodniczym, a w konsekwencji na niespełnienie oczekiwań klientów odnoszących się do realizacji zadania transportowego.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie koncepcji metodyki kreowania łańcuchów transportowych kontenerów chłodniczych z wykorzystaniem różnych gałęzi transportu, uwzględniając wpływ czynników ryzyka.

1. ŁAŃCUCH TRANSPORTOWY KONTENERÓW CHŁODNICZYCH

Łańcuch transportowy określany jest jako „ustanowienie przestrzenno-czasowej kombinacji, obejmującej pośrednie zatrudnianie dwóch lub więcej środków transportu pomiędzy nadawcą a odbiorcą przewożonych ładunków” [11]. Pod tym pojęciem rozumie się również skoordynowane z punktu widzenia technicznego, technologicznego, organizacyjnego i handlowego racjonalne postępowanie po sobie czynności procesów przewozu, przeładunku i składowania, które mają na celu przemieszczanie dóbr niezbędnych do funkcjonowania gospodarki [9]. Łańcuchy transportowe wspierają realizację dostaw ładunków „od drzwi do drzwi”, wykorzystując do tego środki różnych gałęzi transportu. Mogą one mieć charakter lądowy lub lądowo-morski. Ogniwa łańcucha transportowego mogą być integrowane na różnych płaszczyznach, w tym techniczno-technologicznej, organizacyjno-ekonomicznej, prawnej [8], co pozwala analizować nie tylko jego elementy składowe, ale i rozpatrywać łańcuch jako integralną całość.

Każdy łańcuch transportowy ładunków szybko psujących się w kontenerach chłodniczych składa się z różnych ogniw przemieszczenia i obsługi tych ładunków na szlaku od miejsca zbioru lub produkcji towaru do konsumenta [7]. Przykład tego łańcucha od momentu załadunku ładunku do kontenera u nadawcy do momentu rozładunku u odbiorcy przedstawia rysunek 1. Zazwyczaj łańcuchy transportowe kontenerów chłodniczych składają się z kombinacji ogniw wykonywanych w udziale gałęzi transportu morskiego i drogowego. Niemniej jednak w takich krajach, jak np. Rosja czy Portugalia, w przewóz tych kontenerów zaangażowany jest też transport kolejowy. Ogniwo to rozpatrywane jest jako alternatywa do gałęzi transportu drogowego przy kształtowaniu łańcucha transportowego ładunku. Udział gałęzi transportu śródlądowego i lotniczego w przewozach kontenerów chłodniczych jest nieduży.

Poszczególne ogniwa mogą tworzyć różne kombinacje i kształty łańcuchów, mogą też występować w łańcuchu kilkakrotnie (np. po dostarczeniu kontenera drogą morską do portu typu „hub” może nastąpić przeładunek tej jednostki na statek feederowy, który przewiezie go do portu docelowego). Każde ogniwo łańcucha transportowego kontenerów chłodniczych, a w szczególności obsługa kontenerów w punktach przeładunkowych, może składać się z odrębnych czynności (np. przeładunek, przemieszczenie, składowanie, kontrola weterynaryjna i celna ładunku itp.) [5].

Planując łańcuch transportowy kontenerów chłodniczych należy przede wszystkim brać pod uwagę to, iż zawarte w nich ładunki mają ograniczony czas przydatności do spożycia, wymagają szybkiego przewozu i zapewnienia szczególnych warunków obsługi (przede wszystkim ciągłego podłączenia kontenera do źródła zasilania elektrycznego).

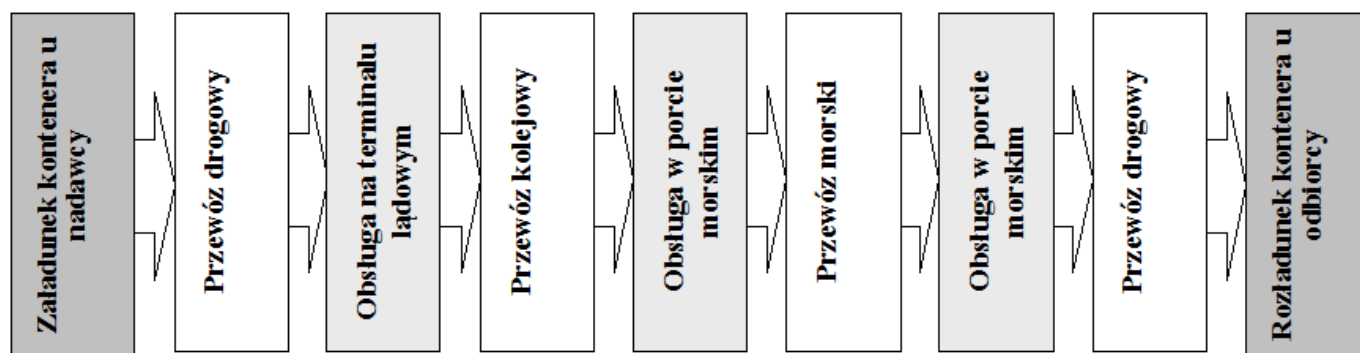
2. RYZYKO W ŁAŃCUCHU TRANSPORTOWYM KONTENERÓW CHŁODNICZYCH

Błędy ludzkie, niedoskonałości w technologii przewozu ładunku, nieprecyzyjność i niepewność otrzymywanych informacji, utrudnienia w wymianie informacji, niesprzyjające warunki zewnętrzne itp. przyczyniają się do wystąpienia ryzyka w transporcie ładunków. Czynniki ryzyka oddziałujące na ładunek podczas transportu kontenerów chłodniczych zostały omówione w szeregu publikacji naukowych [2], [5], [7]. W łańcuchu transportowym całokształt tych czynników można podzielić na 2 podstawowe grupy:

1. czynniki występujące podczas całego łańcucha transportowego,
2. czynniki charakterystyczne dla poszczególnych ogniw tego łańcucha.

Przykłady sytuacji nadzwyczajnych wywołanych wpływem wyżej wymienionych grup czynników przedstawia tabela 1. Różne kombinacje czynników ryzyka mogą wywoływać rozmaite sytuacje niebezpieczne, z kolei sytuacje te mogą spowodować różne skutki dla jakości ładunku zawartego w kontenerze chłodniczym (np. cały ładunek może utracić na jakości, tylko jego część lub zmiany jakości mogą nie nastąpić).

Przeprowadzone badania wykazały, że wraz z rozwojem techniki i technologii w transporcie oraz zmianami polityczno-gospodarczymi, rodzaje i charakter działania czynników ryzyka na kontener chłodniczy podczas transportu się zmienia (ewaluuje). Przykładowo, w ostatnich latach obserwowane jest wycofywanie z eksploatacji starszych modeli kontenerów chłodniczych, wyposażonych w termografy mechaniczne (tarczowe). Sytuacja ta przyczyniła się do zmniejszenia liczby błędów związanych z odczytem zapisów termografów (np. pisak nie zaznaczył danych na tarczy) oraz zafałszowaniem danych przez przewoźników. Niemniej jednak przy eksploatacji termografów elektronicznych zdarzają się błędy w nastawie temperatury przechowywania ładunku (np. mylenie skal temperatur Celsjusza i Fahrenheita). Obserwowane jest też zmniejszenie niekorzystnego wpływu człowieka na obsługę kontenera na terminalach przeładunkowych, co wiąże się z automatyzacją niektórych procesów oraz zastosowaniem systemów i technologii informatycznych. Wprowadzenie przez niektóre porty możliwości zdalnego monitorowania parametrów pracy agregatu chłodniczego kontenera, jak również zdalnej rejestracji danych o temperaturze ładunku w kontenerze poprawiło szybkość reagowania w sytuacji wystąpienia zdarzeń niepożądanych. Zmiany w strukturze rodzajowej czynników ryzyka obserwowane są na całym świecie. Przykładowo, w 2015 roku w Europie do grupy czynników ryzyka wywołanych przez człowieka dołączyła możliwość przedostania się do kontenera osób nieupoważnionych (nielegalnych imigrantów), co może mieć poważne skutki nie tylko dla ładunku, lecz także dla życia i zdrowia ludzi.



Rys. 1. Przykładowy łańcuch transportowy kontenerów chłodniczych [opracowanie własne]

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że najbardziej racjonalnym z punktu widzenia możliwości gromadzenia danych i przeprowadzenia oceny wpływu czynników ryzyka na obiekt badań byłoby przyjęcie podziału tych czynników na trzy grupy - czynniki ludzkie, techniczno-technologiczne i przyrodniczo-klimatyczne [7]. Ten podział nawiązuje do podstawowych źródeł zainicjowania ryzyka, którymi może być człowiek, technika i natura.

3. KONCEPCJA METODYKI KREOWANIA ŁAŃCUCHÓW TRANSPORTOWYCH

Algorytm postępowania umożliwiający wybór właściwego kształtu łańcucha transportowego kontenerów chłodniczych przedstawiono na rysunku 2. Zaproponowane podejście bazuje na konsekwentnej analizie możliwych łańcuchów przewozu omawianych kontenerów, w której obliczany poziom ryzyka występujący podczas realizacji całego łańcucha transportowego odgrywa decydującą rolę przy podejmowaniu ostatecznej decyzji o przyjęciu lub rezygnacji z wykonania zadania transportowego z wykorzystaniem analizowanego łańcucha.

Proponowana metodyka włącza 4 etapy:

1. Zgromadzenie danych i opracowanie łańcuchów transportowych kontenerów chłodniczych.
2. Identyfikację i analizę czynników ryzyka.
3. Przeprowadzenie obliczeń poziomu ryzyka.
4. Podejmowanie decyzji na podstawie uzyskanych wyników badań.

Poniżej przedstawiono krótki opis przebiegu poszczególnych etapów.

Etap 1. Zgromadzenie danych i opracowanie łańcuchów transportowych kontenerów chłodniczych

W celu opracowania i analizy łańcuchów transportowych kontenerów należy zgromadzić dane i sporządzić bazy informacyjne, w tym:

- relacje transportowe (możliwe miejsca nadania i dostarczenia ładunków),
- charakterystyka ładunków szybko psujących się,
- charakterystyka kontenerów chłodniczych,
- charakterystyka środków transportu kontenerów (w transporcie morskim, drogowym, kolejowym),

- charakterystyka zaangażowanych w przewóz elementów infrastruktury transportowej (drogi wodne i lądowe, morskie i lądowe terminale przeładunkowe itp.),
- rodzaj, liczba i doświadczenie przewoźników i operatorów przeładunkowych na rynku,
- normy, wytyczne i wymagania dotyczące sposobu realizacji procesu transportowego,
- możliwe ogniwa łańcucha transportowego kontenerów chłodniczych,
- czynniki ryzyka itp.

Informacje umieszczane w bazach informacyjnych mogą być uzyskane od spedytorów i przewoźników kontenerów chłodniczych, operatorów morskich i lądowych terminali kontenerowych, urzędów statystycznych itp.

Tworzenie ogniw i łańcuchów transportowych kontenerów chłodniczych od nadawcy do odbiorcy może przebiegać wg algorytmu umieszczonego na rysunku 3. Przy kształtowaniu łańcucha kluczową rolę odgrywa rodzaj przewożonego ładunku oraz relacja transportowa (miejsca nadania i dostarczenia ładunku). Poszczególne ogniwa są tworzone z uwzględnieniem dostępnej infrastruktury i środków transportu eksploatowanych na wybranej trasie, a także norm i wymagań dotyczących przebiegu poszczególnych procesów. Pozwala to wypełnić bazę informacyjną „Ogniwa łańcucha transportowego” przykładami konkretnych ogniw.

W celu ułatwienia procesu tworzenia łańcuchów transportowych kontenerów chłodniczych proponuje się wydzielenie następujących ogniw:

- przewóz drogowy,
- przewóz morski,
- przewóz kolejowy,
- obsługa kontenera w porcie morskim,
- obsługa kontenera na terminalu lądowym (może to być terminal intermodalny, centrum logistyczne, suchy port itp.),
- załadunek kontenera u nadawcy,
- wyładunek kontenera u odbiorcy.

Biorąc pod uwagę możliwe połączenia w/w ogniw (rys. 4), projektowane są łańcuchy transportowe, spełniające założenia zadania na przewóz kontenera. Na tym etapie odrzucane są też łańcuchy, nie spełniające kosztowych i czasowych wytycznych zadania przewozowego, a z możliwych wariantów wybierany jest konkretny

Tab. 1. Przykłady sytuacji nadzwyczajnych z kontenerami chłodniczymi podczas realizacji ogniw łańcucha transportowego [opracowanie własne na podstawie [5]]

Przewóz drogowy	Przewóz morski	Przewóz kolejowy	Obsługa na terminalu lądowym / w porcie morskim
<ul style="list-style-type: none"> - Wypadek drogowy spowodowany przez kierowcę, skutkujący uszkodzeniem poszycia kontenera; - Przedostanie się do kontenera nielegalnych imigrantów podczas postoju na parkingu (np. trasa Grecja-Niemcy, Francja-Anglia); - Uszkodzenie kontenera w wyniku działania czynników zewnętrznych w złych warunkach atmosferycznych, np. uderzenie drzewa itp. 	<ul style="list-style-type: none"> - Awaria instalacji elektrycznej statku podczas rejsu; - Przechylenie się stosu kontenerów na pokładzie, z powodu silnego sztormu powodując przemieszczenie i uszkodzenie ładunku w środku; - Awaria agregatu kontenera wskutek przedostania się wody podczas sztormu itp. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zwarcie elektryczne trakcji kolejowej w wyniku przedostania się wody; - Uszkodzenie generatora prądowłórczego GenSet, dostarczającego energię elektryczną do kontenera; - Kradzież zawartości kontenera podczas postoju na bocznicach; - Wydłużenie czasu transportu ładunku wskutek błędów w organizacji ruchu pociągów itp. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uszkodzenie poszycia kontenera w wyniku zerwania się z zawiesia (spreadera); - Uszkodzenie poszycia kontenera przez reachstaker lub inny pojazd; - Uszkodzenie kabla zasilającego kontener; - Długotrwałe otwarcie drzwi kontenera podczas kontroli weterynaryjnej; - Nieprawidłowe ustawienie termografu agregatu chłodniczego kontenera itp.
<ul style="list-style-type: none"> - Brak zasilania kontenera wskutek jego niepodłączenia do zasilania, - Awaria agregatu kontenera (np. wyciek czynnika chłodniczego, błędy w rejestracji temperatury itp.), - Uszkodzenie obudowy kontenera wskutek zużycia materiału itp. 			

łańcuch, poddawany dalej analizie ryzyka.

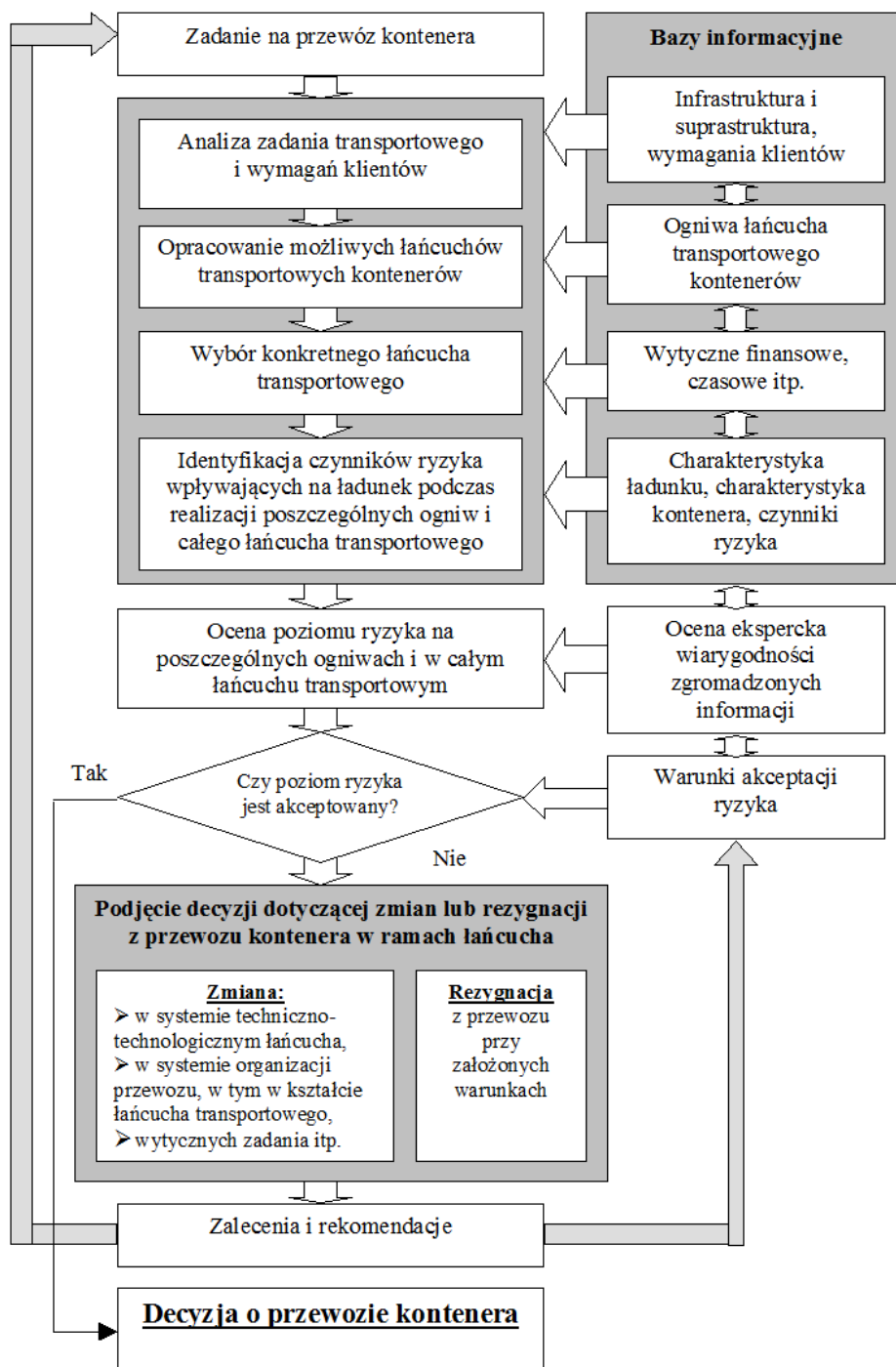
Etap 2. Identyfikacja i analiza czynników ryzyka

Zgodnie z proponowaną koncepcją dla każdego ogniwa łańcucha transportowego są:

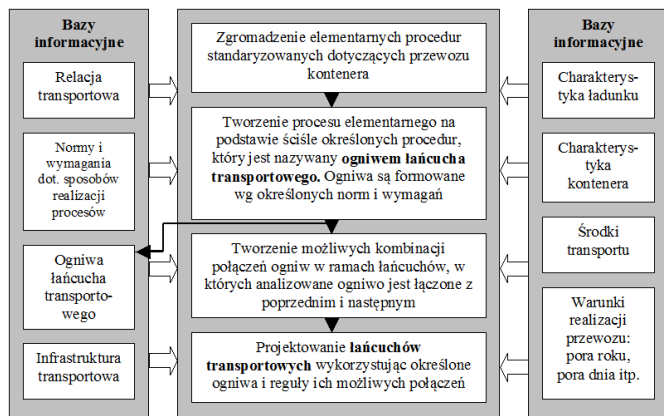
- identyfikowane czynniki ryzyka wpływające na utratę jakości ładunku w kontenerze;
- oceniane poziomy ryzyka utraty walorów jakościowych ładunku w celu ich porównania z poziomem akceptowalnym przez decydentów.

Przyjmuje się, że czynniki ryzyka wpływają na obiekt badań,

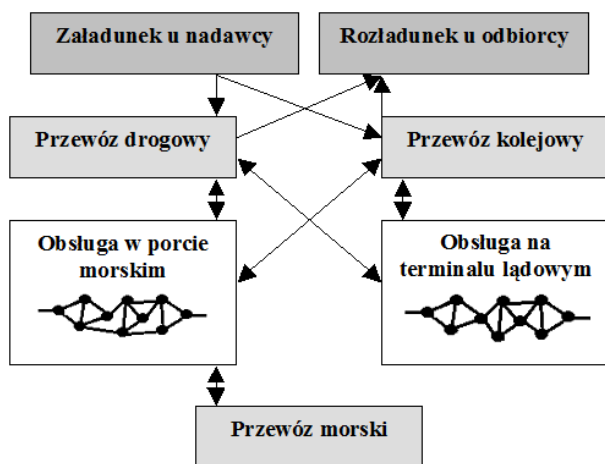
którym jest kontener chłodniczy zawierający ładunek szybko psujący się, zmieniając jego stan. Analizie poddawane są czynniki ryzyka wpływające na jakość ładunku w kontenerze chłodniczym podczas realizacji poszczególnych ogniw, jak i całego łańcucha transportowego. W celu umożliwienia przeprowadzenia badań proponuje się podzielić czynniki ryzyka na grupy przedstawione w tabeli 2.



Rys. 2. Algorytm wyboru łańcucha transportowego kontenerów chłodniczych z uwzględnieniem wpływu czynników ryzyka [opracowanie własne na podstawie [7]]



Rys. 3. Algorytm tworzenia łańcuchów transportowych kontenerów chłodniczych [opracowanie własne na podstawie [7]]



Rys. 4. Przykłady tworzenia możliwych kombinacji połączeń ogniw w łańcuchu transportowym [opracowanie własne]

Czynniki ryzyka zostały pogrupowane na podstawie obserwacji sposobu funkcjonowania łańcuchów transportowych łączących Amerykę Południową i Europę. Wpływ tych czynników na poszczególne ogniwa może być różnicowany i zależeć od warunków realizacji poszczególnych ogniw.

Tab. 3. Przykłady opisu czynników ryzyka występujących podczas realizacji poszczególnych ogniw łańcucha transportowego [opracowanie własne]

Ogniwo łańcucha transportowego	Czynniki ryzyka wpływające na utratę jakości ładunku
O ₁	RF ₁₁ (M ₁₁ , Tr ₁₁ , Kw ₁₁ , β ₁₁ , D ₁₁), ..., RF _{1j} (M _{1j} , Tr _{1j} , Kw _{1j} , β _{1j} , D _{1j})
O ₂	RF ₂₁ (M ₂₁ , Tr ₂₁ , Kw ₂₁ , β ₂₁ , D ₂₁), ..., RF _{2j} (M _{2j} , Tr _{2j} , Kw _{2j} , β _{2j} , D _{2j})
...	...
O _i	RF _{i1} (M _{i1} , Tr _{i1} , Kw _{i1} , β _{i1} , D _{i1}), ..., RF _{ij} (M _{ij} , Tr _{ij} , Kw _{ij} , β _{ij} , D _{ij})

gdzie: O_i – ogniwo łańcucha transportowego ładunku, i=1÷N, RF_{ij} – czynnik ryzyka wpływający na stan ładunku podczas realizacji i-tego ogniwa łańcucha transportowego, j=1÷P, M_{ij} – moc wpływu j-tego czynnika ryzyka podczas realizacji i-tego ogniwa, Tr_{ij} – czas wpływu j-tego czynnika ryzyka podczas realizacji i-tego ogniwa, Kw_{ij} – współczynnik wagowy wpływu j-tego czynnika ryzyka podczas realizacji i-tego ogniwa, β_{ij} – możliwość wystąpienia j-tego czynnika ryzyka podczas realizacji i-tego ogniwa, D_{ij} – dynamika wpływu j-tego czynnika ryzyka podczas realizacji i-tego ogniwa (trapezowa, narastająca, ubywająca, ciągła)

Podczas analizy poszczególnych ogniw łańcucha transportowego kontenerów chłodniczych należy określić moc wpływu czynników ryzyka na obiekt badań (tabela 3), czas i dynamikę ich oddziaływania, jak również współczynnik wagowy i możliwość wystąpienia

Tab. 2. Czynniki ryzyka wpływające na obiekt badań [opracowanie własne]

Grupa czynników	Transport drogowy	Transport morski	Transport kolejowy	Obsługa w porcie morskim	Obsługa na terminalu lądowym
Ludzkie	– Czynniki zewnętrzne (np. niewłaściwe zachowanie uczestników ruchu drogowego itp.)	– Czynniki zewnętrzne (np. niewłaściwe zachowanie uczestników ruchu na morzu itp.)	– Czynniki zewnętrzne (np. niewłaściwe zachowanie ludzi na przejazdach kolejowych itp.)	– Czynniki zewnętrzne (np. wkroczenie na teren portu osób nieuprawnionych itp.)	– Czynniki zewnętrzne (np. wkroczenie na teren terminalu osób nieuprawnionych itp.)
	– Czynniki indywidualne psychologiczno-fizjologiczne (np. zły stan zdrowia, zmęczenie pracownika itp.)				
	– Czynniki indywidualne profesjonalne (np. niewystarczająca kwalifikacja itp.)				
	– Czynniki niewłaściwej organizacji przewozu (np. niewystarczająca liczba pracowników, niewłaściwa wymiana informacji, nieprecyzyjne postawione zadania itp.)				
	– Czynniki społeczne: kradzieże, strajki, epidemie, terroryzm itp.				
Techniczno-technologiczne	– Niezadawalający stan agregatu prądowłóczego GenSet	Brak	– Niezadawalający stan agregatu prądowłóczego GenSet	Brak	– Niezadawalający stan agregatu prądowłóczego GenSet
	– Niezadawalający stan kontenera chłodniczego (np. usterki elementów agregatu, uszkodzenia obudowy kontenera itp.)				
	– Niezadawalający stan elementów suprastruktury (np. zawodność środków transportu, urządzeń przeładunkowych itp.)				
	– Niezadawalający stan infrastruktury transportowej i informatycznej (np. zły stan nawierzchni dróg, placów składowych itp.)				
	– Niewłaściwa technologia obsługi kontenerów (np. brak odpowiedniej ilości elementów suprastruktury itp.)				
Przyrodniczo-klimatyczne	– Niekorzystne warunki sejsmiczne (np. trzęsienia ziemi itp.)	– Niekorzystne warunki hydrologiczne (np. tsunami, falowanie, powódzie itp.)	– Niekorzystne warunki sejsmiczne (np. trzęsienia ziemi itp.)	– Niekorzystne warunki hydrologiczne (np. tsunami, falowanie, powódzie itp.)	– Niekorzystne warunki sejsmiczne (np. trzęsienia ziemi itp.)
	– Niekorzystne warunki klimatyczne i aerologiczne (np. silne wiatry, śnieg, deszcze, huragany, tornado itp.)				

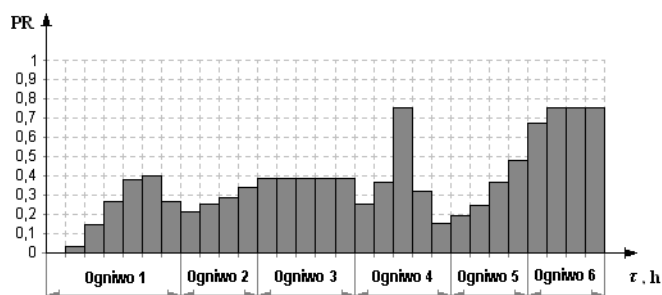
tych czynników. Przyjmuje się, że czynniki ryzyka mają liniową dynamikę wpływu. Dane te będą tworzyć bazę informacyjną opisującą czynniki ryzyka.

Etap 3. Przeprowadzenie obliczeń poziomu ryzyka

Do przeprowadzenia obliczeń poziomu ryzyka może być wykorzystany model obliczeniowy przedstawiony w pracy [7]. Wspomniany model uwzględnia wpływ poszczególnych czynników ryzyka na stan agregatu i obudowy kontenera chłodniczego, a także na dynamikę jego obsługi. Stosowany on był do analizy poziomu ryzyka występującego podczas obsługi kontenerów chłodniczych w portach morskich i nie był wcześniej wykorzystywany do analizy innych ogniw łańcucha transportowego. Obliczenia poziomu ryzyka prowadzone są w oparciu o założenia teorii logiki rozmytej, co pozwala analizować sytuacje z niepewną i nieprecyzyjną informacją [1]. Niemniej jednak, omawiany model wymaga wprowadzenia szeregu zmian i usprawnień, w celu dostosowania go do analizy postawionego problemu, w tym:

1. Należy dostosować model do analizy poszczególnych ogniw łańcucha transportowego, uwzględniając ich specyfikę, oraz opracować odpowiednie współzależności pomiędzy elementami (warstwami) modelu.
2. Model należy dostosować do analizy sytuacji, kiedy kontener jest zasilany przy pomocy przenośnego generatora GenSet.
3. Przy przeprowadzeniu obliczeń należy uwzględnić podział czynników ryzyka według ogniw łańcucha transportowego (tabela 2).
4. Należy dostosować model do analizy czynników ryzyka występujących nie tylko podczas realizacji poszczególnych ogniw, ale też całego łańcucha transportowego. Uwzględniona powinna być możliwość wystąpienia kombinacji tych czynników.
5. Należy dostosować model do analizy sytuacji, gdy czas trwania czynnika ryzyka jest dłuższy, niż czas trwania ogniwa (jeśli czynnik ryzyka obejmuje kilka ogniw łańcucha). Czas trwania czynnika powinien być ustalany przez eksperta.

Obliczenia poziomu ryzyka przeprowadza się najpierw osobno dla każdego ogniwa, a następnie analizuje się cały łańcuch transportowy. Przykład rozkładu poziomu ryzyka utraty jakości ładunku podczas realizacji łańcucha transportowego kontenerów przedstawia rysunek 5.



Rys. 5. Przykład rozkładu poziomu ryzyka utraty jakości ładunku podczas realizacji łańcucha transportowego [opracowanie własne], gdzie: PR – poziom ryzyka utraty jakości ładunku w kontenerze, τ – czas realizacji łańcucha

Etap 4. Podejmowanie decyzji na podstawie uzyskanych wyników badań

Po dokonaniu analizy poziomu ryzyka należy podjąć decyzję dotyczącą ostatecznego kształtu łańcucha transportowego. Oprócz kryteriów czasowych i finansowych, decydującym o przyjęciu łańcucha do realizacji powinien być obliczony poziom ryzyka. Przykładowo

we zakresy akceptacji poziomu ryzyka utraty jakości ładunku podczas realizacji łańcucha transportowego przedstawia tabela 4. Analogiczne zakresy mogą być ustalone dla poszczególnych ogniw łańcucha.

Tab. 4. Przykładowe zakresy akceptacji poziomu ryzyka utraty jakości ładunku podczas realizacji łańcucha transportowego [opracowanie własne na podstawie [7]]

Przykładowy zakres poziomu ryzyka	Poziom akceptacji ryzyka	Decyzja i dalsze działania
$0 < PR_{\text{łań}} \leq 0,05$ ($PR_{\text{łań}} \leq PR_{\text{akc}}$)	Idealny	Zalecana jest realizacja zaplanowanego łańcucha
$0,05 < PR_{\text{łań}} \leq 0,3$ ($PR_{\text{łań}} \leq PR_{\text{akc}}$)	Akceptowany	Możliwa jest realizacja zaplanowanego łańcucha transportowego ładunku
$0,3 < PR_{\text{łań}} \leq 0,6$ ($PR_{\text{akc}} < PR_{\text{łań}} \leq PR_{\text{akc war}}$)	Warunkowo-akceptowany	Potrzebna jest modyfikacja sposobów realizacji łańcucha transportowego w celu zmniejszenia poziomu ryzyka
$PR_{\text{łań}} > 0,6$ ($PR_{\text{łań}} > PR_{\text{akc war}}$)	Nieakceptowany	Należy zrezygnować z realizacji analizowanego łańcucha transportowego

PR_{akc} – akceptowany poziom ryzyka utraty jakości ładunku podczas realizacji łańcucha transportowego, $PR_{\text{akc war}}$ – warunkowo-akceptowany poziom ryzyka utraty jakości ładunku, $PR_{\text{łań}}$ – poziom ryzyka utraty jakości ładunku podczas realizacji łańcucha transportowego

Na tym etapie należy również zastanowić się nad sposobem obliczania sumarycznego poziomu ryzyka utraty jakości ładunku podczas realizacji łańcucha transportowego. Mogą to być następujące sposoby [7]:

1. Poziom ryzyka łańcucha transportowego określa się przez poziom ryzyka realizacji jego najsłabszego ogniwa (w tym przypadku wysoki poziom ryzyka w krótkotrwałym ogniwie może wykluczyć z rozpatrzenia cały łańcuch transportowy kontenera).
2. Poziom ryzyka łańcucha określa się poprzez akumulację obliczonych poziomów ryzyka poszczególnych ogniw (w tym podejściu istnieje możliwość uwzględnienia wpływu poprzednich ogniw na wszystkie następne, jednak nie jest uwzględniana możliwość jednoczesnego występowania czynników ryzyka lub równoległego wykonania poszczególnych operacji).
3. Poziom ryzyka łańcucha określa się jako iloczyn poziomów ryzyka na poszczególnych ogniwach łańcucha transportowego kontenerów (takie podejście pozwala uwzględnić możliwość jednoczesnego wystąpienia wszystkich czynników ryzyka podczas realizacji łańcucha w całości, jednak przy dużej liczbie ogniw w łańcuchu transportowym uzyskiwane są zbyt małe wartości poziomu ryzyka).

Sposób obliczenia sumarycznego poziomu ryzyka ustalany jest przez decydenta. W sytuacji, kiedy poziom ryzyka nie jest akceptowalny, powinny być podjęte odpowiednie działania obejmujące rozpatrywanie zmian w kształcie łańcucha i sposobie jego organizacji, wytycznych zadania itp. lub powinna nastąpić rezygnacja z realizacji łańcucha według przyjętych założeń.

PODSUMOWANIE

Planowanie łańcuchów transportowych ładunków szybko psujących się powinno być dobrze przemyślane, zorganizowane oraz

poprzedzone analizą zagrożeń i potencjalnych skutków ich wystąpienia. Analiza ta umożliwi przewidzenie wystąpienia sytuacji nadzwyczajnych oraz oszacowanie ryzyka utraty jakości ładunku, co przy podjęciu właściwych działań może pozwolić na wykluczenie lub zminimalizowanie strat z nim związanych. Wstępna ocena poziomu ryzyka utraty jakości ładunku udostępnia więcej informacji koniecznych do podejmowania decyzji dotyczących kształtu i sposobu organizacji łańcucha transportowego kontenerów chłodniczych.

Zaprezentowana metodyka może być wykorzystana do oceny poziomu ryzyka utraty walorów jakościowych ładunków szybko psujących się podczas realizacji zarówno poszczególnych ogniw, jak i całego łańcucha transportowego. Niemniej jednak, zastosowanie tego podejścia wymaga zgromadzenia licznych baz danych, zbadania opinii ekspertów, określenia wpływu czynników ryzyka na obiekt badań oraz współzależności pomiędzy elementami modelu obliczeniowego. Przeprowadzenie obliczeń i wyznaczenie wartości poszczególnych gradacji modelu obliczeniowego będzie przedmiotem przyszłych publikacji naukowych.

BIBLIOGRAFIA

1. Bocharnikov V., Filina L., Sveshnikov S., *Risk analyses of refrigerating containers service in seaports on the basis of fuzzy measures and fuzzy-integral calculation theory*. Systems. Journal of transdisciplinary systems science., Wrocław 2005, Vol. 10, nr 1, s. 1-12.
2. *Container Handbook. Cargo loss prevention information from German marine insurers*. GDV, Berlin, 2003 (http://www.containerhandbuch.de/chb_e/index.html).
3. Drewry Maritime Research, *Annual Report 2015*, Global Container Terminal Operators, Drewry Publishing, London 2015.
4. Drewry Maritime Research, *Reefer Shipping Market Annual Review and Forecast 2015/16*, Drewry Publishing, London 2015.
5. Filina-Dawidowicz L., *Rationalization of servicing reefer containers in sea port area with taking into account risk influence*. Polish Maritime Research 2014, No 2(82), Vol 21, pp. 76-85.
6. Filina L., Filin S., *An analysis of influence of lack of the electricity supply to reefer containers serviced at sea ports on storing conditions of cargoes contained in them*. Polish Maritime Research 2008, nr. 4, pp. 96-102.
7. Filina L., *Metodyka racjonalizacji obsługi skonteneryzowanych ładunków chłodzonych w portach morskich z zastosowaniem teorii logiki rozmytej*. Rozprawa doktorska, Szczecin 2007.
8. Kotowska I., *Żegluga morska bliskiego zasięgu w świetle idei zrównoważonego rozwoju transportu*, Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin 2014.
9. Semenov I. N. (red.), Filina L., Kotowska I., Pluciński M., Wiktorowska-Jasik A., *Zintegrowane łańcuchy transportowe*, Difin, Warszawa 2008.
10. Studziński A., *Eksploatacja chłodniowców*, Trademar, Gdynia 2005.
11. Szwanowski S., *Współzależności funkcjonowania składników lądowo-morskich łańcuchów transportowych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1994, s. 27.

METHODOLOGY CONCEPT OF TRANSPORT CHAINS CREATION OF REFRIGERATED CONTAINERS TAKING INTO ACCOUNT RISK FACTORS INFLUENCE

Abstract

The aim of the article is to present the methodology concept of refrigerated containers transport chains creation, using different transport modes and taking into account risk factors influence. The essence of refrigerated containers transport chain was discussed and the emergencies examples with these containers, caused by influence of risk factors in maritime, road and rail transport were considered. An algorithm procedure for selecting the proper shape of transport chain, including analysis of risk factors that occur during implementation of individual links and the entire transport chain was proposed. Presented concept enables the support for decision-makers responsible for planning of refrigerated containers transport chains.

Autor:

dr inż. **Ludmiła Filina-Dawidowicz** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Techniki Morskiej i Transportu, Katedra Logistyki i Ekonomiki Transportu, e-mail: ludmila.filina@zut.edu.pl