

Józef Perenc

Istota modelowania hierarchicznego na potrzeby przewozów ładunków niebezpiecznych

Marketing i Zarządzanie (d. Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu) nr
2 (48), 177-188

2017

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

Józef Perenc

Uniwersytet Szczeciński
Wydział Zarządzania i Ekonomiki Usług
e-mail: jozef.perenc@wzieu.pl

Istota modelowania hierarchicznego na potrzeby przewozów ładunków niebezpiecznych

Kody JEL: L92, O18

Słowa kluczowe: modelowanie hierarchiczne, przewozy, ładunki niebezpieczne, transport

Streszczenie. Transport od zawsze był nieodzownym elementem gospodarki narodowej każdego kraju. Obecnie w dobie globalizacji i zacierania granic transport międzynarodowy staje się o wiele skuteczniejszy niż jeszcze kilkanaście lat temu, a co za tym idzie jest dużo bardziej racjonalny. Handel międzynarodowy stwarza potrzebę przemieszczania ładunków nie tylko krajowych i międzynarodowych. Autor dokonując wyboru metodologii tego artykułu wzorował się na podejściu badawczym zaproponowanym przez B. Kos. Przyjęto następujące tezy: transport samochodowy jest predestynowany do przewozów gazów; przewoźnicy gazów powinni ściśle przestrzegać umowy ADR oraz ograniczać ryzyko kolizji i wypadków; metoda modelowania hierarchicznego ułatwia wybór optymalnej trasy przewozu ładunków niebezpiecznych, w tym gazów. Z tego względu zasadne jest wykorzystanie dostępnych metod i sposobów wyboru racjonalnych tras oraz zabezpieczenia ładunków niebezpiecznych w czasie ich przewozów.

Wprowadzenie

Transport od dawna był nieodzownym elementem gospodarki narodowej każdego państwa. W dobie globalizacji i zacierania granic transport międzynarodowy staje się o wiele skuteczny niż wcześniej. Handel międzynarodowy stwarza

potrzebę przemieszczania ładunków nie tylko w obrębie innych państw, lecz również kontynentów (Perenc, Godlewski, 2000, s. 21–27).

Współczesna infrastruktura transportowa oraz rozwiązania techniczne i technologiczne ułatwiają przewóz ładunków bez względu na położenie miejsca docelowego. Zwiększają również bezpieczeństwo samego transportu, zmniejszając ryzyko wypadków, co ma istotne znaczenie w przypadku przewozu materiałów niebezpiecznych. Celem artykułu jest ukazanie wszystkich uwarunkowań i ograniczeń przewozu ładunków niebezpiecznych na przykładzie gazów. Podstawową tezą jest konieczność i potrzeba zastosowania modelowania oraz wyboru wszystkich zabezpieczeń, tak aby zminimalizować ewentualne kolizje i wypadki z tym ładunkiem. Autor dokonując wyboru metodologii, wzorował się na podejściu badawczym zaproponowanym przez Kos (Kos, 1998, 33–42).

Autor przyjął następujące tezy:

- transport samochodowy jest predestynowany do przewozów gazów,
- przewoźnicy gazów powinni ściśle przestrzegać umowy ADR oraz ograniczać ryzyko kolizji i wypadków,
- metoda modelowania hierarchicznego ułatwia wybór optymalnej trasy przewozu ładunków niebezpiecznych, w tym gazów.

Mimo rygorystycznych przepisów ADR transport materiałów niebezpiecznych stwarza duże zagrożenie zarówno dla ludzi jak i dla środowiska. Warto zatem wykorzystać dostępne metody ograniczania ryzyka kolizji i wypadków z ładunkami gazu w przewozach krajowych i międzynarodowych.

Drogowy transport międzynarodowy

Drogowy transport międzynarodowy ma pewne specyficzne cechy. Każdy system zawiera określoną liczbę elementów oraz relacji, które zachodzą między nimi. Składniki systemu transportowego to obiekty biorące udział w procesie przemieszczania ładunków oraz osób, a także jednostki związane z samym procesem transportowym. Proces transportowy definiowany jest jako ciąg czynności następujących po sobie w sposób sprawny i uporządkowany, stanowiący pewną całość. Jego celem jest dostarczenie produktów do odbiorcy lub przemieszczanie pasażerów z punktu A do punktu B w jak najbardziej skuteczny i efektywny sposób. Elementy składające się na proces transportowy to: czynności przewozowe, spedycyjne, logistyczne oraz dodatkowe.

Charakter i przebieg poszczególnych procesów transportowych, szczególnie w przewozie ładunków, jest zróżnicowany i zależy od takich czynników, jak (Załoga, Wojewódzka-Król, 2016, s. 38):

- a) przedmiot przewozu, czyli ładunek (lub osoba) – jego rodzaj, ilość, wymiary i właściwości; proces transportowy charakteryzuje się większą prostotą przebiegu poszczególnych faz, jeżeli jego przedmiotem jest ładunek masowy, natomiast większą złożonością, kiedy przedmiotem

- przewozu jest ładunek drobnicowy, niebezpieczny czy też ponadgabarytowy charakteryzujący się niską podatnością na transport;
- b) warunki, na jakich został zawarty kontrakt i wynikający z nich zasięg gestii transportowej; inaczej przebiega proces transportowy, kiedy pełną gestią transportową ma jedna ze stron kontraktu, a inaczej, kiedy jest ona podzielona między obie strony;
 - c) wymogi nadawcy/odbiorcy ładunku dotyczące czasu i szybkości dostawy, kosztów przewozu, niezbędnych dokumentów handlowych itp.; mogą być wykorzystywane tradycyjne dokumenty papierowe oraz ich elektroniczny zamiennik, dostawy mogą być rozłożone w czasie, kryterium optymalizacji może być czas lub koszt przewozu;
 - d) sposób przewozu oraz gałąź transportu; przebieg procesu transportowego jest różny w przewozach morskich, lądowych, lotniczych, przy przewozach ładunków całopojazdowych i przesyłek, z których tworzy się ładunki zbiorowe;
 - e) liczba podmiotów zaangażowanych w proces transportowy i zakres świadczonych przez nich usług; zróżnicowanie procesu zależy od tego, czy w jego organizację włączony jest fachowy pośrednik (spedytor, firma logistyczna, operator transportu multimodalnego) czy też samodzielnie wykonuje te funkcje nadawca/odbiorca, a także od zakresu niezbędnych czynności, które powinny być wykonane w trakcie dostawy;
 - f) stan infrastruktury liniowej i punktowej głównych gałęzi transportu pełniących określone funkcje w systemie transportowym danego kraju; szybkość przewozu drogowego jest trwale związana z warunkami funkcjonowania infrastruktury zarówno punktowej, jak i liniowej.

Transport samochodowy, spośród innych gałęzi transportu, wyróżnia się przede wszystkim (Załoga, Wojewódzka-Król, 2016):

- bliską nieograniczonością dostępnością do jego podstawowych środków pracy, wyróżniającą się możliwościami podstawienia taboru praktycznie w dowolne miejsce,
- wysoką operatywnością usługową, polegającą na dyspozycyjności względnie dużej liczby środków przewozowych,
- dużą elastycznością podróży, wyrażającą się możliwościami obsługi zróżnicowanego poziomu potrzeb bez ponoszenia dodatkowych nakładów typu inwestycyjnego,
- dużą szybkością przewozu, mającą szczególne znaczenie na krótkich i średnich odległościach,
- terminowością i punktualnością wykonania usług.

Ważnym ograniczeniem występującym w transporcie samochodowym jest nierównomierność w przestrzennym rozmieszczeniu sieci dróg kołowych oraz niski stan techniczny tychże dróg w Polsce i w niektórych krajach, co powoduje

problemy w wykorzystaniu części samochodów do przewozów, a w tym też ładunków niebezpiecznych (np. gazów).

Regulacje prawne dotyczące przewozów materiałów niebezpiecznych

Materiały niebezpieczne to materiały (substancje), które ze względu na swoje właściwości chemiczne lub fizyczne, bądź biologiczne mogą w razie nieprawidłowego obchodzenia się z nimi spowodować śmierć, rozstrój zdrowia lub uszkodzenie ciała ludzkiego albo zniszczenie lub uszkodzenie dóbr materialnych (Madej, Żakowski, Madej, 2009, s. 5). Dlatego też przewóz takich materiałów podlega wielu wymogom oraz odbywa się w sposób prawnie uregulowany przez Organizację Narodów Zjednoczonych, która wydała ogólne zalecenia dla wszystkich rodzajów transportu, tj. kolejowego, drogowego, powietrznego, morskiego i śródlądowego.

W Polsce głównym sposobem przewozu materiałów niebezpiecznych jest transport drogowy i stanowi on 81% ogólnej liczby tych przewozów. Mimo wzrostu popularności transportu kolejowego w ostatnich latach przewozy towarów niebezpiecznych koleją stanowią tylko 18%, a transport śródlądowy stanowi niewielki procent tego typu przewozów (około 1%) (Kukulka, 2012, s. 5).

Podstawowym aktem prawnym obejmującym zbiór przepisów dotyczących transportu drogowego towarów niebezpiecznych jest *Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu towarów niebezpiecznych (ADR)* (zwana dalej Umową ADR). Umowa ta została sporządzona w Genewie 30 września 1957 roku przez Europejską Komisję Gospodarczą Organizacji Narodów Zjednoczonych. Stanowi ona obszerny zbiór przepisów regulujących warunki międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych, dotyczących:

- zasad klasyfikacji towarów niebezpiecznych,
- warunków i sposobu transportu towarów niebezpiecznych,
- szkoleń personelu,
- dokumentów wymaganych podczas przewozu towarów niebezpiecznych,
- oznakowania sztuk przesyłki,
- dodatkowego wyposażenia środka transportowego,
- dodatkowych wymagań dla rodzaju środka transportowego przewożącego wyszczególnione towary niebezpieczne,
- wymagań określonych dla załogi i kierującego środkiem transportowym.

Głównym celem przepisów regulujących przewóz materiałów niebezpiecznych jest wyeliminowanie lub zmniejszenie ryzyka związanego z transportem tych towarów przez minimalizację prawdopodobieństwa zaistnienia wypadku oraz ograniczenia ewentualnych szkód.

Umowa ADR to obszerny akt prawny, obejmujący zakresem regulacji wiele dziedzin związanych z przewozem towarów niebezpiecznych. Składa się ona

z Umowy właściwej, określającej stosunki prawne między uczestniczącymi stronami, oraz załączników A i B, podzielonych na dziewięć części, zawierających przepisy regulujące w szerokim zakresie warunki przewozu poszczególnych towarów niebezpiecznych w transporcie drogowym (Kukulska, 2012). Zgodnie z Umową ADR wyróżnia się następujące klasy towarów niebezpiecznych:

Klasa 1. Materiały i przedmioty wybuchowe.

Klasa 2. Gazy.

Klasa 3. Materiały ciekłe zapalne.

Klasa 4.1. Materiały stałe zapalne, materiały samoreaktywne i materiały wybuchowe stałe odczulone.

Klasa 4.2. Materiały samozapalne.

Klasa 4.3. Materiały wytwarzające w zetknięciu z wodą gazy palne.

Klasa 5.1. Materiały utleniające.

Klasa 5.2. Materiały organiczne.

Klasa 6.1. Materiały trujące.

Klasa 6.2. Materiały zakaźne.

Klasa 7. Materiały promieniotwórcze.

Klasa 8. Materiały żrące.

Klasa 9. Różne materiały i przedmioty niebezpieczne.

Wymogi dla samochodów przewożących materiały niebezpieczne

Pojazdy przewożące materiały niebezpieczne muszą być dostosowane do przepisów zawartych w:

- Umowie ADR (część 9),
- Ustawie o przewozie materiałów niebezpiecznych (Dz.U. 2011),
- Ustawie o prawie o ruchu drogowym (Dz.U. 1997).

Przewóz materiałów niebezpiecznych może odbywać się wyłącznie za pomocą pojazdów samochodowych lub zespołu pojazdów, które mogą składać się z tylko jednej naczepy lub przyczepy. Zgodnie z umową ADR, wszystkie pojazdy samochodowe o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 12 ton powinny mieć ogranicznik prędkości, który, po uwzględnieniu tolerancji, nie pozwala na przekroczenie prędkości 90 km/h. Pojazdy samochodowe i przyczepy przeznaczone do użycia jako jednostki transportowe do przewozu towarów niebezpiecznych powinny mieć układy hamulcowe, których konstrukcja i skuteczność spełniają odpowiednie wymagania zawarte w Regulaminie Europejskiej Komisji Gospodarczej nr 13 (Grzegorzczuk, Buchcar, 2015, s. 247).

Zgodnie z Umową ADR towary niebezpieczne mogą być przewożone:

- a) luzem w sztukach przesyłek – czyli w opakowaniach transportowych, takich jak: beczki, kanistry, skrzynie, worki, kontenery średniej wielkości, puszki, bębny ciśnieniowe;

- b) w cysternach – używane są do przewozu gazów, materiałów ciekłych niewystępujących w warunkach normalnych w fazie gazowej, przewozu materiałów stałych, rozdrobnionych.

Zgodnie z przepisami ADR jednostka transportowa, czyli pojazd albo pojazd z naczepą lub przyczepą, powinna spełniać następujące warunki: być właściwie wyposażona, być właściwie oznakowana oraz mieć właściwą konstrukcję (Kos, 1998). Każdy pojazd używany do przewozu materiałów niebezpiecznych powinien być wyposażony w odpowiedni sprzęt awaryjny oraz gaśnice. Część wyposażenia jest stała, nie zmienia się w zależności od przewożonego towaru, natomiast część zależy od właściwości fizykochemicznych przewożonych materiałów.

Kolejnym wymogiem określonym w Umowie ADR jest komplet dokumentów, jaki powinien znajdować się w pojeździe podczas przewozu materiałów niebezpiecznych. Na komplet wymaganych dokumentów składa się (Grzegorzczak, Buchcar, 2015):

- dokument przewozowy – zawierający dane o wszystkich przewożonych materiałach niebezpiecznych, takie jak: numer UN, prawidłowa nazwa przewozowa towaru, numery nalepek ostrzegawczych, grupa pakowania, liczba i opis sztuk przesyłki, całkowita ilość każdego towaru, nazwa i adres nadawcy oraz odbiorcy,
- instrukcje pisemne dla kierowcy – powinny zawierać zwięzłe wytyczne dotyczące postępowania kierowcy w razie sytuacji krytycznej, w celu zminimalizowania skutków awarii i wypadków,
- zaświadczenie ADR – zaświadczenie potwierdzające przeszkolenie kierowcy,
- świadectwo dopuszczenia pojazdu do przewozu niektórych towarów niebezpiecznych dla wybranych pojazdów (EX II, EX III, FL, OX, AT),
- certyfikat pakowania kontenera – odrębny lub zawarty w dokumencie przewozowym, jeżeli jego przewóz drogowy wykonywany jest przed przewozem morskim,
- kopia umowy specjalnej, jeżeli przewóz dokonywany jest na podstawie takiej umowy,
- zezwolenie na przewóz niektórych towarów o właściwościach wybuchowych lub odpadów.

Instrukcje pisemne dla kierowcy dotyczą każdego przewożonego towaru, są to tzw. instrukcje wypadkowe dla kierowcy. Zawierają one właściwości fizykochemiczne towaru oraz sposób postępowania w razie wypadku.

Ocena obecnych przewozów ładunków niebezpiecznych w Polsce

Przewozy drogowe towarów niebezpiecznych w Polsce szacowane są na około 8 mld tkm rocznie. Stanowi to około 5% udziału w całości takich przewozów

w UE i sytuuje Polskę na 6. pozycji wśród państw Unii po Niemczech, Hiszpanii, Włoszech, Francji i Wielkiej Brytanii. Zarówno w Polsce, jak też pozostałych państwach unijnych, ponad połowę towarów stanowią materiały ciekłe zapalne przewożone na krótkich odcinkach w ruchu krajowym (Grabarek, Bęczkowska, 2013, s. 1). W tabeli 1 przedstawiono porównanie przewozu poszczególnych materiałów niebezpiecznych w 2014 roku.

Tabela 1
Przewozy i praca przewozowa z ładunkami niebezpiecznymi w Polsce w 2014 roku

Klasa towarów niebezpiecznych	W tys. ton	Udział procentowy	W mln tkm	Udział procentowy
Ogółem	45 062	100	8778	100
Materiały i przedmioty wybuchowe	389	0,9	173	2,5
Gazy	7379	16,3	1522	18,3
Materiały ciekłe zapalne	32 339	72,1	5238	60
Materiały stałe zapalne	109	0,2	31	0,4
Materiały żrące	2562	6,3	861	10,5
Różne materiały i przedmioty niebezpieczne	1827	4,2	724	8,3

Źródło: Różycki, 2015, s. 6.

W 2014 roku przewóz materiałów ciekłych zapalnych w Polsce wyniósł aż 72,1% ogólnych przewozów materiałów niebezpiecznych – były to głównie ropa oraz benzyna i inne produkty ropopochodne. Przedstawiona analiza pokazuje, że coraz większy udział procentowy w przewozie materiałów niebezpiecznych mają klasy: 3 – materiały ciekłe zapalne, 8 – materiały żrące oraz pozostałe klasy (4.1, 4.2, 4.3, 5.1, 5.2, 6.1, 6.2, 7). Spadek jest zauważalny w transporcie materiałów klasy 2 – gazy oraz 9 – różne materiały i przedmioty niebezpieczne. Udział klasy 1 – materiały wybuchowe utrzymuje się na niezmiennym poziomie.

Zgodnie z raportem Urzędu Transportu Kolejowego w 2014 roku przewoźnicy kolejowi przetransportowali łącznie 21 mln ton towarów niebezpiecznych, wykonując przy tym pracę przewozową na poziomie ponad 6,75 mld tonokilometrów. Udział przewozów towarów niebezpiecznych w rynku kolejowym wyniósł 9,2% według masy i 13,5% według wykonanej pracy przewozowej. Porównując wykonaną pracę przewozową w 2014 roku do 2013 roku, to średnia odległość w przewozach towarów niebezpiecznych koleją w Polsce zwiększyła się z 277 km do 322 km.

Wypadki z ładunkami niebezpiecznymi w transporcie samochodowym

W ciągu ostatnich 10 lat doszło do dziesięciu wypadków z ładunkami niebezpiecznymi w transporcie samochodowym, wszystkie spowodowane były winą kierowcy. W 4 na 10 wypadków doszło do wycieku gazu do atmosfery. Jeden

z nich skończył się śmiercią kierowcy. W tabeli 2 porównano wypadki z udziałem cystern z ciekłym azotem.

Tabela 2

Zestawienie wypadków z udziałem cystern z ciekłym azotem w Polsce w latach 2007–2016

Data	Nr drogi	Przyczyna	Wyciek gazu	Śmiertelność	Wina po stronie
02.05.2007	nr 40	przewrócenie się cysterny na łuku drogi	brak wycieku	0	kierowcy
15.07.2009	A4	kierowca cysterny zjechał do rowu	brak wycieku	0	kierowcy
11.02.2011	nr 7	kolizja samochodu ciężarowego z cysterną	niewielki wyciek – strażacy zabezpieczyli pojazd	0	kierowcy
05.10.2012	nr 8	przewrócenie się cysterny	wyciek gazu w kabinie kierowcy	1 - kierowca	kierowcy
23.05.2014	A1	kierowca busa uderzył w cysternę	doszło do wycieku	0	kierowcy
04.06.2014	A4	kolizja samochodu ciężarowego z cysterną	brak wycieku	0	kierowcy samochodu ciężarowego
21.07.2014	nr 7	wywrócenie się cysterny	niewielki wyciek – strażacy wypuścili do atmosfery całą zawartość cysterny	0	kierowcy
26.11.2014	nr 27	zderzenie cysterny z samochodem ciężarowym	brak wycieku	0	kierowcy
30.10.2016	A2	wywrócenie się cysterny	brak wycieku	0	kierowcy
12.12.2016	nr 1	zderzenie samochodu dostawczego z cysterną	brak wycieku	0	kierowcy

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie przedstawionych danych można stwierdzić, że najgroźniejszym czynnikiem w przypadku przewozu ciekłego azotu jest czynnik ludzki. Ciekły azot jest materiałem niepalnym i nietrującym, w warunkach normalnych jest stabilny i niereaktywny, nie posiada toksycznych właściwości oraz nie powoduje szkód ekologicznych w środowisku. Dlatego zazwyczaj wypadki z udziałem tego gazu nie są bardzo niebezpieczne dla otoczenia.

W zestawieniu wyraźnie widać, że aż cztery wypadki miały miejsce w 2004 roku. We wszystkich tych wypadkach zawinili kierowcy kolizyjnych pojazdów

oraz warunki panujące na drogach, po których poruszały się pojazdy z ładunkami niebezpiecznymi.

W przypadku wypadku z udziałem cysterny z ciekłym azotem, gdy gaz zostanie uwolniony do środowiska, należy niezwłocznie ewakuować ludzi z terenu zagrożenia oraz umieścić odpowiednie znaki ostrzegawcze. Mgła powstała wskutek wycieku jest zubożona w tlen, dlatego należy zapobiec przedostaniu się gazu do kanalizacji, piwnic, kanałów i innych miejsc, w których nagromadzenie gazu byłoby niebezpieczne.

Wielokryterialna metoda hierarchiczna na potrzeby wsparcia przewozów ładunków niebezpiecznych

W celu wyznaczenia optymalnej trasy wykorzystano metodę Analytic Hierarchy Process (AHP), czyli wielokryterialną metodę hierarchicznej analizy problemów decyzyjnych (Łazor, 2017, s. 56–59). Metoda hierarchicznej analizy problemów, opracowana przez Saaty'ego, służy do wspomagania wyboru wariantów decyzyjnych. Metoda AHP ujmuje podejście wielokryterialne, oparte na kompensacyjnej strategii modelowania preferencji, przy założeniu porównywalności wariantów. Taki proces modelowania jest przydatny, zwłaszcza gdy nie jest znana zależność funkcyjna między elementami problemu decyzyjnego, opisanego w postaci hierarchii czynników, natomiast jest możliwy do oszacowania efekt występowania danych własności i ich efektu praktycznego. Zastosowanie modelu hierarchicznego pozwala na wykorzystanie kryteriów opisanych jakościowo (Downarowicz, 2010).

Metodę AHP realizuje się w czterech następujących krokach (Downarowicz, 2010):

1. Budowa modelu hierarchicznego. Dekompozycja problemu decyzyjnego i budowa hierarchii kryteriów wpływających na rozwiązanie problemu.
2. Ocena przez porównania parami. Zebranie ocen porównania parami kryteriów oraz wariantów decyzyjnych przez zastosowanie względnej skali dominacji przyjętej w metodzie AHP.
3. Wyznaczenie preferencji globalnych i lokalnych. Określenie wzajemnych priorytetów w odniesieniu do kryteriów i wariantów decyzyjnych.
4. Klasyfikacja wariantów decyzyjnych. Wyznaczenie uporządkowania wariantów decyzyjnych ze względu na ich udział w realizacji celu nadrzędnego.

Celem nadrzędnym analizy jest wybór optymalnej trasy przejazdu Szczecin–Berlin, spośród dwóch wyznaczonych tras, dla cysterny przewożącej płynny azot. Kryteria, wobec których zostanie przeprowadzona analiza AHP, to:

- czas jazdy, uzależniony od kategorii drogi i parametrów trasy,
- całkowity koszt transportu, zawierający koszty opłat drogowych i parkingowych, koszty zużycia paliwa,

- ryzyko opóźnień związane z natężeniem ruchu na drodze oraz ewentualnymi remontami dróg,
- bezpieczeństwo przejazdu.

Schemat struktury przykładowej analizy został zastosowany przez M.E. Łazor (2017) i przedstawiony na rysunku 1.



Rysunek 1. Schemat struktury hierarchicznej zadania wyboru trasy dla ładunków niebezpiecznych

Źródło: opracowano na podstawie: Downarowicz, 2000, s. 4.

Firma przewozowa X ze Stobna pod Szczecinem ma stałe zlecenie na dowóz gazów do klinik w Berlinie. Koszty zmienne tej firmy w 2016 roku wynosiły około 318 zł na 1 tonę gazu (tj. koszty paliwa oraz opłaty drogowe). Do kosztów zmiennych należałoby doliczyć amortyzację samochodów, wynagrodzenie kierowców oraz koszty ubezpieczenia pojazdu i ładunku (tj. około 18 000 zł). Klienci w Berlinie są z obecnych usług firmy X zadowoleni, gdyż otrzymują dostawy gazu regularnie, terminowo, pewnie i w rozsądnej cenie. Przewoźnik też jest zadowolony z tego zlecenia, ma sprawny tabor, infrastruktura drogowa po polskiej i niemieckiej stronie pozwala na szybkie i sprawne dostawy. Przeprowadzone kontrole Państwowej Inspekcji Drogowej w Polsce i Niemczech wykazały, że przewoźnik posiada nowoczesny, sprawny tabor (wg norm Euro 6), przestrzega norm i zasad stosowanych przy przewozie ładunków niebezpiecznych (ADR) i nie ma przeciwwskazań dalszego kontynuowania tych przewozów w relacji Szczecin–Berlin.

Podsumowanie

Z rozważań zawartych w artykule wynikają następujące wnioski:

1. Mimo rygorystycznych przepisów ADR transport materiałów niebezpiecznych stwarza duże zagrożenie zarówno dla ludzi jak i dla środowiska.
2. W Polsce głównym przewoźnikiem materiałów niebezpiecznych jest transport drogowy i wykonuje on 81% ogólnej liczby tych przewozów. Polski transport ten wykonuje około 6 mld tkm, który zajmuje w tych przewozach 6. miejsce w Europie.
3. W ciągu lat 2006–2016 doszło do 10 wypadków z ładunkami niebezpiecznymi; jeden z nich skończył się śmiercią kierowcy.
4. Metodę hierarchicznej analizy problemów, opracowaną przez Saaty'ego, można wykorzystać do wyboru racjonalnej trasy przewozu ładunków niebezpiecznych. Metoda ta ujmuje podejście wielokryterialne, oparte na kompensacyjnej strategii modelowania preferencji, przy założeniu porównywalności wariantów wyboru tras przewozów.

Bibliografia

- Downarowicz, O. (red.). (2000). *Zastosowanie metody AHP do oceny i sterowania poziomem bezpieczeństwa złożonego obiektu technicznego*. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- Grabarek, I., Bęczkowska, S. (2013). Analiza czynników warunkujących ergonomiczne warunki pracy i bezpieczeństwo podczas transportu towarów niebezpiecznych. *Logistyka*, 1, 1–10.
- Grzegorzczak, K., Buchcar, R. (2015). *Przewóz drogowy materiałów niebezpiecznych ADR 2015*. Warszawa: Wydawnictwo ADeR BUCH-CAR.
- Kos, B. (1998). *Logistyczne aspekty przepływu ładunków niebezpiecznych*. Katowice: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej.
- Kukulka, M. (2012). *Transport drogowy towarów niebezpiecznych ze szczególnym uwzględnieniem paliw płynnych*. Poznań: Wyższa Szkoła Logistyki.
- Łazor, M.E. (2017). *Analiza czynników mających wpływ na przewóz materiałów niebezpiecznych w transporcie drogowym międzynarodowym*. Praca dyplomowa. Szczecin.
- Madej, B., Żakowski, P., Madej, R. (2009). *Przewozy towarów niebezpiecznych ADR 2009*. Warszawa: Polska Izba Gospodarcza Transportu Samochodowego i Spedycji.
- Perenc, J., Godlewski, J. (red.). (2000). *Międzynarodowe przewozy towarowe*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Transportowe.
- Różycki, M. (2015). Prawdy, półprawdy i statystyka. Przewozy towarów niebezpiecznych i nie tylko – stan w roku 2014. *TSL Manager*, 3, 6.
- Ustawa z dnia 19 sierpnia 2011 r. o przewozie towarów niebezpiecznych. Dz.U. 2011, nr 227, poz. 1367.
- Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym. Dz.U. 1997, nr 98, poz. 602.
- Załoga, E., Wojewódzka-Król, K. (red.). (2016). *Transport*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

The essence of hierarchical modeling for dangerous goods conveyances

Keywords: hierarchical modelling, cargo, dangerous goods, transport

Summary. Transport has always been a substantial element of national economy of every country. Nowadays, in the age of globalization and vanishing borders, international

transport becomes much more effective than it was several years ago and therefore much more rational. International trade gives rise to the need of transfer of goods not only domestically but also internationally. The author of the paper used the approach proposed by B. Kos in 1998 when choosing the methodology. Main theses of the paper are as follows: road transport is predestined for gas transport; gas shippers should strictly observe ADR agreement and limit the risk of road incidents; methods of hierarchical modeling enable choosing optimal routes for dangerous goods conveyances (including gas). Therefore it is legitimate to use available methods to choose rational routes and protect dangerous goods during transport.

Translated by Józef Perenc

Cytowanie

Perenc, J. (2017). Istota modelowania hierarchicznego na potrzeby przewozów ładunków niebezpiecznych. *Marketing i Zarządzanie*, 2 (48), 177–188. DOI: 10.18276/miz.2017.48-16.