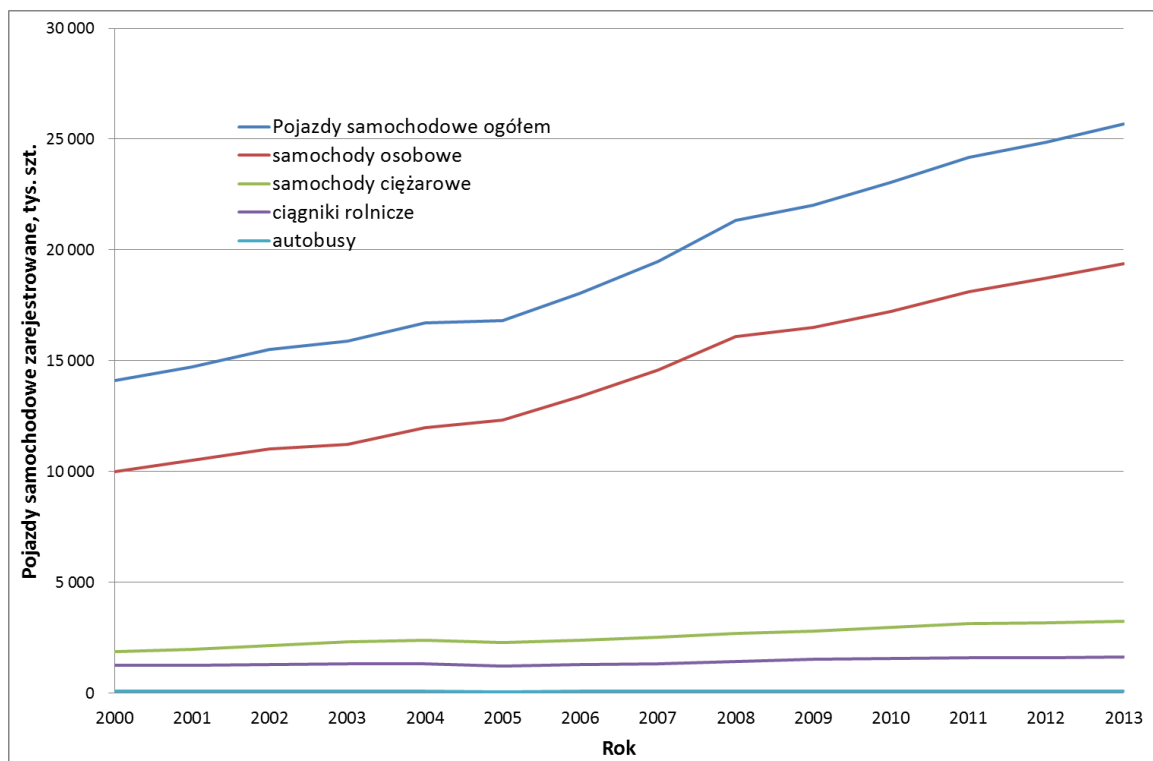


DOBRZYŃSKA Renata¹
SZUMSKA Agata²

Ocena zagrożenia podczas transportu drogowego paliw płynnych

WSTĘP

Dane statystyczne dotyczące zużycia ropy oraz produktów naftowych w Polsce w latach 2002 - 2013 wskazują, że zapotrzebowanie na tego typu paliwa wciąż rośnie. Wynika ono między innymi z wzrastającej liczby pojazdów. W Polsce odnotowuje się co roku przyrost zarejestrowanych pojazdów samochodowych, co przedstawiono na rysunku 1. Prognozy przewidują, że trend ten będzie się utrzymywał, przy jednoczesnym zmniejszeniu udziału przewozów pasażerskich. W 2013 r. środkami publicznego transportu zbiorowego przewieziono 739,6 mln pasażerów, tj. o 5,2% mniej niż w roku poprzednim. Spadek przewozów zanotowano w transporcie samochodowym (o 7,5%), żegludzie morskiej (o 5,6%) i transporcie kolejowym (o 1,2%), wzrost – w transporcie lotniczym (o 6,7%), i żegludze śródlądowej (o 1,7%) [3].



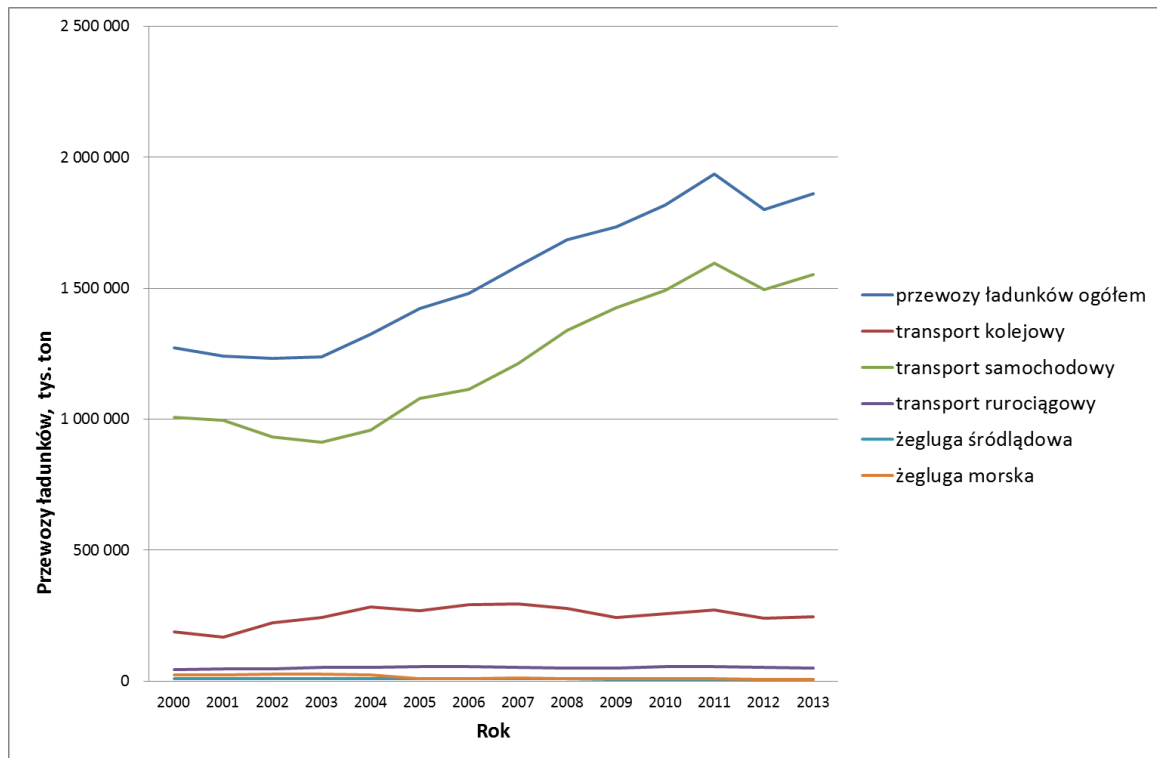
Rys. 1. Liczba pojazdów samochodowych zarejestrowanych w Polsce w latach 2000 – 2013 (opracowanie na podstawie [3])

Biorąc pod uwagę, że liczba pojazdów samochodowych przekroczyła w Polsce 25 milionów, warto zwrócić uwagę na ich strukturę ze względu na rodzaj stosowanego w nich paliwa: udział samochodów z silnikami benzynowymi wynosi ok 56 %, pojazdów z silnikami wysokoprężnymi ok. 27 %, natomiast samochodów osobowych na inne źródła energii, w tym głównie na gaz płynny LPG wynosi ok. 15 %.

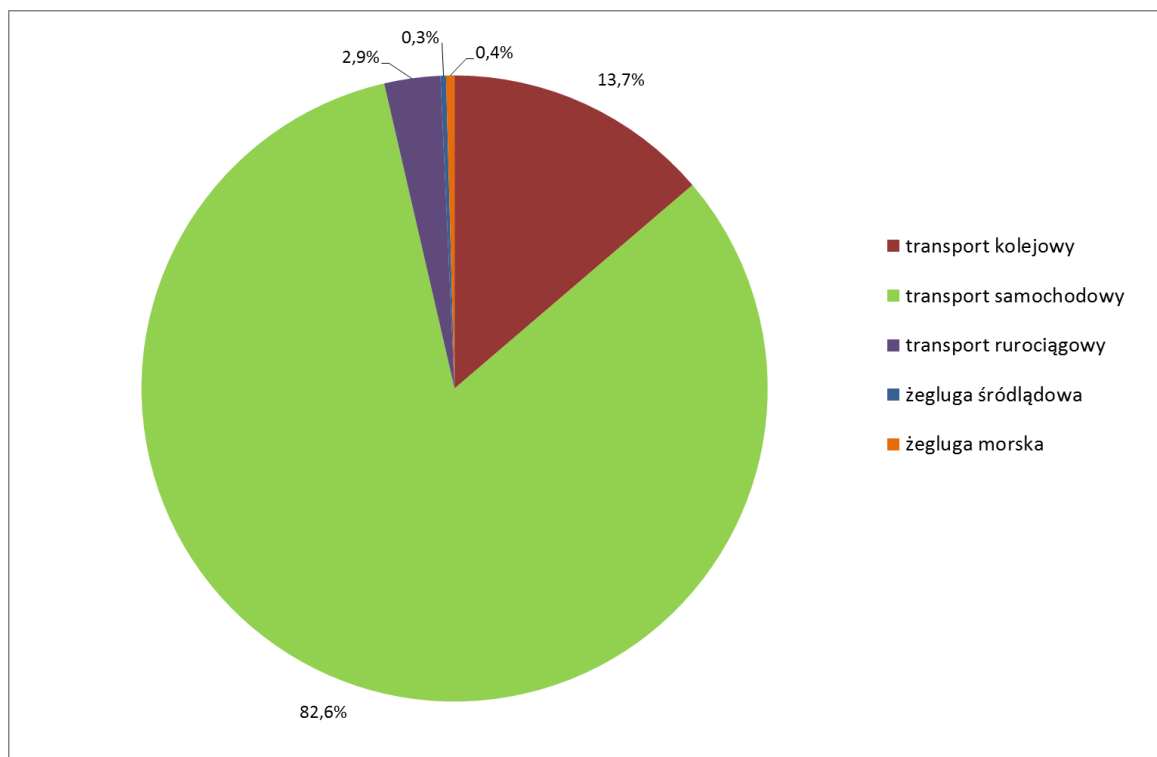
¹ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Techniki Morskiej i Transportu, Katedra Inżynierii Bezpieczeństwa i Energetyki, 71-065 Szczecin, al. Piastów 41, Renata.Dobrzyńska@zut.edu.pl

² Absolwentka kierunku *inżynieria bezpieczeństwa* na Wydziale Techniki Morskiej i Transportu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie

W 2013 r. wszystkimi rodzajami transportu przewieziono w Polsce 1848,3 mln ton ładunków. Dane statystyczne dotyczące przewozu ładunków wskazują, że transport samochodowy zdominował pozostałe gałęzie transportu [1,7,9]. Kształtowanie się dynamiki i struktury przewozów ładunków ilustrują rysunki 2 i 3.



Rys. 2. Dynamika i struktura przewozów ładunków w Polsce w latach 2000 – 2013 (opracowanie na podstawie [3])



Rys. 3. Struktura przewozów ładunków w Polsce w latach 2009 – 2013 (opracowanie na podstawie [3])

W 2013 r. przewieziono w Polsce cysternami 2 086 000 ton ciekłych produktów rafinacji ropy naftowej [3]. Czy przewóz takich ilości tego typu ładunków może stanowić zagrożenie dla ludzi i środowiska?

1. ZAGROŻENIA POWODOWANE PODCZAS TRANSPORTU DROGOWEGO PALIW PŁYNNYCH

Najczęściej stosowanymi paliwami płynnymi są: benzyna i olej napędowy. Benzyna jest mieszaniną benzyny oraz organicznych związków tlenowych (biokomponentów, m.in. etanolu i eteru etylowo-tert-butyłowego) i innych substancji pełniących funkcję dodatków uszlachetniających (max.1% obj.) [5]. Olej napędowy jest mieszaniną węglowodorów C9-C25 pochodzenia naftowego oraz estrów metylowych wyższych kwasów tłuszczowych np. $C_{17}H_{33}COOCH_3$, zawierającą dodatki uszlachetniające: detergenty, dodatki smarowości, przeciwkorozyjne, poprawiające odporność na utlenianie, podwyższające liczbę cetanową, deemulgujące i depresatory; może zawierać dodatki przeciwpienne, biobójcze oraz znacznik paliwa (max 3 000 ppm) [6]. Wybrane własności fizykochemiczne tych paliw oraz zagrożenia jakie mogą być przez nie powodowane dla człowieka i środowiska zestawiono w tabelach 1 i 2.

Tab. 1. Wybrane własności fizykochemiczne benzyny i oleju napędowego (opracowanie na podstawie [5-6])

Własności	Jednostka	Benzyna	Olej napędowy
Wygląd (20 °C, 101,3 kPa)	-	Ciecz, żółtawa	Bezbarwna lub jasnożółta ciecz
Temperatura zapłonu	°C	< -10	>55
Temperatura samozapłonu	°C	340 (bezołowiowa 95) 350 (bezołowiowa 98)	>260
Dolna- górna granica wybuchowości	% obj.	1,3 - 10,6 (bezołowiowa 95) 1,7 - 10,5 (bezołowiowa 98)	Nie dotyczy
Gęstość par (powietrze=1)	-	ok. 3,8	ok. 6
Rozpuszczalność w wodzie	-	Bardzo słabo rozpuszcza się	nie rozpuszcza się w wodzie; rozpuszczalna w alkoholach, węglowodorach, eterach, dwusiarczku węgla, czterochloru węgla, chloroformie

Tab. 2. Zagrożenia dla człowieka i środowiska powodowane przez benzynę i olej napędowy (opracowanie na podstawie [5-6])

Rodzaj zagrożenia	Benzyna	Olej napędowy
Dla człowieka	Działa drażniąco na skórę; Połknięcie i dostanie się przez drogi oddechowe może grozić śmiercią; Podejrzewa się, że działa szkodliwie na dziecko w łonie matki; Może powodować wady genetyczne; Może powodować raka; Może wywoływać uczucie senności lub zawroty głowy;	Działa szkodliwie w następstwie wdychania; Działa drażniąco na skórę; Połknięcie i dostanie się przez drogi oddechowe może grozić śmiercią; Podejrzewa się, że powoduje raka; Może spowodować uszkodzenie narządów (krew, grasica, wątroba) w następstwie długotrwałego lub powtarzanego narażenia;
Dla środowiska	Skrajnie łatwopalna ciecz i pary. Pary są cięższe od powietrza; tworzą mieszaniny wybuchowe z powietrzem Działa toksycznie na organizmy wodne; może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym	Łatwopalna ciecz i pary Działa toksycznie na organizmy wodne, powodując długotrwałe skutki

Katastrofy, awarie i wypadki mogą wystąpić na każdym etapie transportu paliw płynnych: podczas załadunku, przewozu i wyładunku. W ich następstwie może dojść do zaistnienia zagrożenia toksycznego, wybuchowego czy pożaru. Skutki wystąpienia takich zagrożeń mogą prowadzić do:

- utraty zdrowia lub życia dużej liczby osób znajdujących się w strefie zagrożenia,
- konieczności natychmiastowej ewakuacji ludności z zagrożonych terenów,

- skażenia powietrza, wody i gleby,
- degradacji środowiska naturalnego,
- poważnych strat materialnych.

Na podstawie analizy raportów Głównego Inspektora Ochrony Środowiska o występowaniu zdarzeń o znamionach poważnej awarii w latach 2005 – 2013 można stwierdzić, że większość wypadków podczas transportu paliw płynnych ma miejsce w środkowym etapie transportu, czyli podczas przewozu. Spowodowane są one najczęściej wymuszeniem pierwszeństwa, lekceważeniem przepisów ruchu drogowego, niedostosowaniem prędkości jazdy do panujących warunków atmosferycznych lub stanu drogi, brakiem lub niewłaściwymi kwalifikacjami obsługi [2]. Z ustaleń Najwyższej Izby Kontroli wynika także, że drogi nie są przygotowane do przewozów towarów niebezpiecznych, takich m.in. jak materiały wybuchowe, trujące środki chemiczne czy paliwa silnikowe. Nie ma wystarczającej liczby specjalnych parkingów do awaryjnego postoju pojazdów załadowanych tymi materiałami. Brakuje też odpowiedniej organizacji ruchu na drogach zapewniającej bezpieczeństwo przewozów tego rodzaju ładunków [8].

2. ZAPOBIEGANIE ZAGROŻENIOM I MINIMALIZOWANIE ICH SKUTKÓW

Warunki transportu drogowego są regulowane w przepisach Umowy Europejskiej dotyczącej Międzynarodowego Transportu Drogowego Towarów Niebezpiecznych (ADR) sporządzonej w Genewie 30 września 1957 roku. Umowa ta, podlega stałej nowelizacji (co dwa lata z początkiem roku nieparzystego) na forum Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych. Umowa ADR stanowi powszechnie stosowany standard, a na jej przepisy techniczne powołuje się ustawodawstwo większości krajów europejskich [10]. W Polsce uchwalono dodatkowo ustawę o przewozie drogowym towarów niebezpiecznych (Dz. U. Nr 227, poz. 1367 z późn. zm.) określającą zasady przewozu towarów niebezpiecznych, wymagania w stosunku do uczestników przewozu oraz organy właściwe do sprawowania nadzoru i kontroli w kwestiach z tym związanych.

Paliwa płynne mogą być przewożone w różnego rodzaju cysternach (stałych, odejmowalnych, przenośnych i kontenerach-cysternach) o wymaganiach konstrukcyjnych, materiałowych, wytrzymałościowych, ciśnieniowych określonych w Umowie ADR. Nadzór nad cysternami wykorzystywanymi w transporcie drogowym na terenie Polski sprawuje Transportowy Dozór Techniczny [9].

Zgodnie z wymaganiami ADR za działania mające na celu zapewnienie bezpieczeństwa przewozu paliw odpowiadają uczestnicy przewozu, tzn.: nadawca, przewoźnik (kierowca) i odbiorca oraz napełniający cysterny. Obowiązki poszczególnych uczestników przewozu zestawiono w tabeli 3.

Tab. 3. Obowiązki uczestników transportu [9, 10]

Uczestnik przewozu	Obowiązki
Nadawca	<ul style="list-style-type: none"> - dostarczenie do przewozu tylko takich przesyłek, które spełniają wymagania ADR; - upewnienie się, że paliwa płynne są sklasyfikowane i dopuszczone do przewozu zgodnie z ADR; - zaopatrzenie przewoźnika (kierowcy) w informacje oraz w wymagane dokumenty przewozowe oraz pozostałe dokumenty, tj. zezwolenia, dopuszczenia, powiadomienia, świadectwa itd.; - stosowanie wyłącznie cystern, które są dopuszczone do eksploatacji, odpowiednie do przewożonych ładunków oraz oznakowane zgodnie z wymaganiami ADR; - stosowanie się do wymagań dotyczących sposobów nadania i ograniczeń wysyłkowych; - zapewnienie, aby opróżnione, nieoczyszczone cysterny były odpowiednio oznakowane i posiadały wymagane nalepki ostrzegawcze oraz były zamknięte i szczelne, jak w stanie załadowanym;
Przewoźnik	<ul style="list-style-type: none"> - upewnienie się, że paliwa przeznaczone do przewozu są dopuszczone do przewozu zgodnie z ADR; - upewnienie się, że w pojeździe znajduje się wymagana dokumentacja; - sprawdzenie, czy nie upłynął termin następnego badania dla pojazdu-cysterny; - sprawdzenie, czy na jednostce transportowej umieszczone zostało wymagane oznakowanie i nalepki ostrzegawcze;

	<ul style="list-style-type: none"> - sprawdzenie, czy w pojeździe znajduje się wyposażenie wymagane w pisemnych instrukcjach dla załogi, w tym gaśnice spełniające wymagania co do ilości i jakości oraz sprawdzenie, czy jednostka transportowa nie jest nadmiernie załadowana; - sprawdzenie, czy pojazd-cysterna nie ma oczywistych wad, wycieków, pęknięć, braków w wyposażeniu itp.;
Odbiorca	<ul style="list-style-type: none"> - nieopóźnianie przyjęcia towarów bez istotnych powodów; - oczyszczenie jednostki transportowej; - zadbanie, aby z jednostek transportowych, które zostały rozładowane i oczyszczone, zostały zdjęte tablice i nalepki;
Napełniający cysterny	<ul style="list-style-type: none"> - upewnienie się, że cysterna i jej wyposażenie jest w dobrym stanie technicznym; - sprawdzenie, czy nie został przekroczony termin następnego badania cysterny; - sprawdzenie, czy nie został przekroczony termin następnego badania cysterny; - napełnianie jedynie materiałami dopuszczonymi do przewozu w tej cysternie; - przy napełnianiu cysterny podzielonej na komory stosowanie się do wymagań dotyczących załadunku do sąsiednich komór; - przestrzeganie dopuszczalnego stopnia napełnienia - po napełnieniu sprawdzenie szczelności zamknięć; - zadbanie, by na zewnętrznej powierzchni napełnionej cysterny nie było pozostałości paliw płynnych;

W celu zwiększenia bezpieczeństwa przewozu drogowego paliw płynnych oprócz spełniania wymagań technicznych i organizacyjno – prawnych, które są określone przez Umowę ADR i krajowe akty prawne, można zastosować teorię systemów polegającą na określeniu wszystkich zależności i relacji mających wpływ na doprowadzenie do wypadku oraz czynników działających na miejscu i czasie wypadku drogowego w celu budowy systemu działań prewencyjnych oraz systemu monitorowania i kontroli funkcjonowania poszczególnych zależności i relacji. Przykładem tego podejścia jest program działań prewencyjnych znany pod nazwą macierzy Haddona [4]. W zależności od potrzeb, macierz ta może być modyfikowana pod warunkiem zachowania podstawowych elementów: grupy czynników oraz trzech faz procesu powstawania strat i szkód. Grupami czynników są: czynniki ludzkie, czynniki związane technicznie z środkiem transportu oraz czynniki środowiskowe, które w niektórych źródłach są jeszcze rozdzielone na czynniki związane z środowiskiem fizycznym oraz społecznym. Fazami procesu są natomiast fazy: przed wypadkiem, podczas wypadku oraz po nim, przy czym pierwsza z faz obejmuje to, co decyduje o wystąpieniu zdarzenia, druga to, co decyduje o wystąpieniu szkody, a ostatnia o tym, na ile szkoda może być zminimalizowana lub naprawiona po zajściu zdarzenia [11,12]. Fazy w macierzy Haddona przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Schemat prezentujący fazy i ich zakres w macierzy Haddona (opracowanie na podstawie [11,12])

W tabeli 4 przedstawiono macierz Haddona utworzoną na potrzeby analizy czynników zagrażających w transporcie drogowym paliw płynnych podczas przewozu, kiedy to występuje najwięcej zagrożeń. Macierz ta pozwala na analizę czynników występujących podczas transportu paliw płynnych, mających wpływ na powstanie zagrożenia oraz na minimalizowanie jego skutków. Istotne jest także spojrzenie z aspektu czasu wypadku, wpływ na niego czynników występujących przed i po zdarzeniu oraz określenie czynników, które mogą występować jednocześnie, potęgując skutki zagrożenia.

Tab. 4. Macierz Haddona [11,12]

Faza	Czynnik ludzki	Czynnik pojazdów oraz ich wyposażenia	Czynnik środowiskowy
Przed zdarzeniem	Stan psychofizjologiczny; wpływ alkoholu i innych środków odurzających; wiedza; doświadczenie; kultura bezpieczeństwa; przeszkolenie; czas pracy kierowcy; stosowanie się do przepisów ruchu drogowego; dostosowanie prędkości do warunków atmosferycznych oraz warunków występujących na drodze	Stan techniczny pojazdu; oznakowanie pojazdu; poziom napelnienia cysterny; przemieszczanie się ładunku; warunki techniczne dla pojazdów przewożących paliwa; prędkość pojazdu	Warunki atmosferyczne; stan techniczny drogi; przepustowość; płynność ruchu; urządzenia organizacji ruchu; obecność innych środków transportu
Podczas zdarzenia	Przestrzeganie zasad i przepisów; stosowanie się do procedur; użycie środków bezpieczeństwa osobistego; właściwe reagowanie zgodnie z instrukcją pisemną kierowcy	Wyposażenie (gaśnice, trójkąty, pachołki, lampy błyskowe, kliny, apteczka, uziom, odłącznik akumulatora); warunki techniczne dla pojazdów przewożących paliwa; środki ochrony indywidualnej kierowcy (kamizelka/ubranie ostrzegawcze, okulary ochronne, rękawice ochronne, latarka); środki ochrony środowiska (szufla, szczotka, pojemnik zbiorczy); masa i gabaryty; wytrzymałość zderzeniowa oraz wyposażenie w zderzaki; sprawność urządzeń bezpieczeństwa (pasy, maski, poduszki); ostre krawędzie, raniące materiały	Cechy innych środków transportu; pozycja w przestrzeni; oznakowanie miejsca zdarzenia; charakterystyka podłoża, na którym znajduje się pojazd; bliskość wód
Po zdarzeniu	Wiek i sprawność kierowcy; status ofiary w systemie opieki zdrowotnej	Położenie; napelnienie; zabezpieczenie przewożonego ładunku; ilość urządzeń zamykających oraz ich zabezpieczenie	System łączności z służbami ratunkowymi; odległość od służb ratowniczych oraz punktów opieki medycznej; lokalne zaplecze ratunkowe oraz medyczne

Na podstawie analizy macierzy Haddona można stwierdzić, że o wystąpieniu wypadku decyduje głównie czynnik ludzki, natomiast o tym, czy nastąpi podczas tego wypadku szkoda, decyduje już czynnik obejmujący środek transportu. Minimalizacja skutków oraz zasięgu zaistniałej sytuacji jest uwarunkowana w takiej samej mierze przez czynnik pojazdu oraz środowiskowy, a w mniejszej przez kierowcę.

WNIOSKI

- najwięcej zagrożeń występuje podczas przewozu paliw płynnych,
- wystąpienie wypadku podczas przewozu jest zdeterminowane głównie przez czynnik ludzki,
- wystąpienie szkody podczas wypadku jest uzależnione od czynnika technicznego (pojazd wraz z wyposażeniem),

- w celu ograniczenia liczby wypadków oraz szkód należy zwiększyć kontrolę w początkowym etapie transportu, poddać kierowców dokładniejszym szkoleniom oraz lepszej weryfikacji ich umiejętności, doświadczenia i predyspozycji do wykonywania tego zawodu, zdefiniować podmioty odpowiedzialne za nierzetelne przeprowadzenie badań oraz kontroli pojazdów, wprowadzić system wyznaczania bezpiecznych tras,
- w celu przyspieszenia procesu reagowania na zagrożenia, wprowadzenie zintegrowanego systemu powiadamiania o zagrożeniu,
- zastosowanie zaproponowanych rozwiązań może zminimalizować zarówno prawdopodobieństwo wystąpienia wypadku jak i wielkość szkód.

Streszczenie

Wzrost zapotrzebowania na paliwa płynne powoduje zwiększenie przewozu tych paliw. Dominującym sposobem transportu paliw płynnych jest transport drogowy. Ze względu na właściwości fizykochemiczne paliw, ich przewóz pojazdami może być przyczyną zagrożenia dla innych uczestników ruchu drogowego oraz dla środowiska. Istotne jest zidentyfikowanie zagrożeń na każdym etapie transportu oraz określenie przyczyn ich wystąpienia. Pozwoli to na zastosowanie środków technicznych i organizacyjno – prawnych w celu uniknięcia wystąpienia zagrożeń lub zminimalizowania ich skutków.

Słowa kluczowe: zagrożenia w transporcie, transport paliw płynnych

The hazard assessment during the road transportation of liquid fuels

Abstract

The increase in demand for liquid fuels increases the transport of these fuels. The dominant mode of transportation of liquid fuels is road transport. Due to the physico-chemical properties of fuels, their transport vehicles can cause danger to other road users and the environment. It is important to identify hazards at each stage of transport and identify the causes of their occurrence. This will allow the application of technical and organizational - legal to avoid occurrence of hazards or minimize their effects.

Keywords: transport hazard, transportation of liquid fuels

BIBLIOGRAFIA

1. Broszkiewicz R., Gajek A. Wybrane zagadnienia prawne przewozu towarów niebezpiecznych przez obszary wielkowiejskie, *Bezpieczeństwo pracy* 11/2011, str. 24-25
2. Główny Inspektor Ochrony Środowiska, Raport o występowaniu zdarzeń o znamionach poważnej awarii w 2005 roku (również w 2006 r., 2007 r., 2008 r., 2009 r., 2010 r., 2012 r, 2013 r.)
3. Główny Urząd Statystyczny, *Transport Wyniki działalności w 2013 r.*, Warszawa 2014
4. Jamroz K., Przegląd teorii modeli bezpieczeństwa ruchu drogowego, *Journal of KONBiN* Vol. 4 (2008), Issue 1, pp. 99-108
5. Karta charakterystyki: Benzyny silnikowe bezołowiowe, http://www.orlen.pl/PL/DlaBiznesu/Paliwa/Benzyny/Documents/karta_charakterystyki_benzyny.pdf
6. Karta charakterystyki: Olej napędowy, http://www.orlen.pl/PL/DlaBiznesu/Paliwa/Benzyny/Documents/karta_charakterystyki_on.pdf
7. Michalik J.S., Gajek A., Grzegorzczak K. i inni, Zagrożenia poważnymi awariami w transporcie drogowym niebezpiecznych chemikaliów w Polsce, *Bezpieczeństwo Pracy* 9/2009, s. 6-9
8. Najwyższa Izba Kontroli, Informacja o wynikach kontroli *Bezpieczeństwo ruchu drogowego*, Warszawa, 2014 r., Nr ewid. 148/2014/KPB
9. Pułkowski M., Domański W. Bezpieczeństwo transportu drogowego paliw płynnych w cysternach – podstawowe obowiązki uczestników przewozu, *Bezpieczeństwo pracy* 9/2010, str. 9-13
10. Sadowski J.: Bezpieczeństwo transportu drogowego ładunków niebezpiecznych, *Logistyka* 3/2011, str. 2415 – 2422
11. Zintegrowany system bezpieczeństwa transportu, II Tom Uwarunkowania rozwoju integracji systemów bezpieczeństwa transportu, Redaktor Ryszard Krystek, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Gdańsk 2009
12. Zintegrowany system bezpieczeństwa transportu, III Tom Koncepcja zintegrowanego systemu bezpieczeństwa transportu w Polsce, Redaktor Ryszard Krystek, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Gdańsk 2010