

Dr inż. Robert Brodzik
 Lotnicza Akademia Wojskowa w Dęblinie
 ORCID: 0000-0001-9303-8785
 e-mail: r.brodzik@law.mil.pl

Zagrożenia w drogowym transporcie materiałów niebezpiecznych

Threats in road transport of dangerous materials

Streszczenie

Celem artykułu jest przedstawienie najważniejszych zagrożeń dla bezpieczeństwa narodowego, powodowanych przez transport drogowy wybranych materiałów niebezpiecznych. W pracy zostały poruszone zagadnienia klasyfikacji materiałów niebezpiecznych i używanych do tego celu środków transportu oraz obowiązujących aktów prawnych. Zobrazowano zadania oraz prowadzone działania, głównie przez Państwową Straż Pożarną, podczas zdarzeń drogowych występujących z udziałem towarów niebezpiecznych. Na podstawie analizy danych statystycznych, raportów oraz aktów prawnych dokonano analizy przyczynowo-skutkowej wypadków z udziałem materiałów niebezpiecznych w Polsce (system KiM).

Słowa kluczowe:

bezpieczeństwo, towary i materiały niebezpieczne, transport drogowy, przewóz materiałów niebezpiecznych

Abstract

The purpose of the article is to present the most important threats to national security caused by road transport of selected hazardous materials. The paper deals with the issues of classification of dangerous materials and means of transport used for this purpose as well as legal acts in force. The State Fire Service's tasks and activities during road accidents involving dangerous goods has been illustrated. On the basis of the statistical data analysis, reports and legal acts, a causal analysis of accidents involving hazardous materials in Poland was made (KiM system).

Key words:

safety, dangerous goods and materials, road transport, transport of hazardous materials

JEL: R41

Wstęp

Transport to działalność polegająca na odpowiednim przemieszczaniu osób lub ładunków w przestrzeni, od punktu nadania do punktu odbioru, przy wykorzystaniu odpowiednich środków transportu oraz świadczenie związanych z tym usług dodatkowych. W XXI w. realizacja tego zadania wymaga wielu działań, a w szczególności tworzenia takich warunków, aby proces ten był efektywny w kontekście trzech podstawowych zadań — minimalizacji kosztów, czasu, przy zapewnieniu maksymalnego poziomu bezpieczeństwa.

Jednym z dużych katalogów grup produktów, który wymaga zachowania wielu istotnych obwarowań, procedur oraz zasad, jest transport materiałów niebezpiecznych (TN), realizowany transportem drogowym, kolejowym, lotniczym, morskim lub środkami żeglugi śródlądowej. Jednak to właśnie transport drogowy, ze

względem na zapewnienie najwyższej mobilności, jest powszechnie stosowanym środkiem do przewozu tego rodzaju materiałów. Zestawienie danych statystycznych pozwala szacować, że obecnie na świecie około 10–15% przewożonych produktów stwarza zagrożenie dla zdrowia i życia człowieka oraz może spowodować niepożądane skutki także dla środowiska naturalnego. Niebezpieczeństwo to jest spowodowane między innymi właściwościami biologicznymi, fizycznymi lub chemicznymi transportowanych produktów.

Obserwowany w ostatnich latach ciągły i dynamiczny wzrost liczby środków transportu, a co za tym idzie natężenia ruchu, przekłada się na zmniejszenie bezpieczeństwa transportu drogowego. Z drugiej strony, stałe zwiększanie ilości przewożonych materiałów niebezpiecznych powoduje wzrost ryzyka ich niekontrolowanego uwolnienia lub rozszczelnienia, co w skrajnym przypadku może doprowadzić do stanu wyjątkowego lub kryzysowego w obszarze jego wystąpienia. Najbardziej tragicznym zdarzeniem

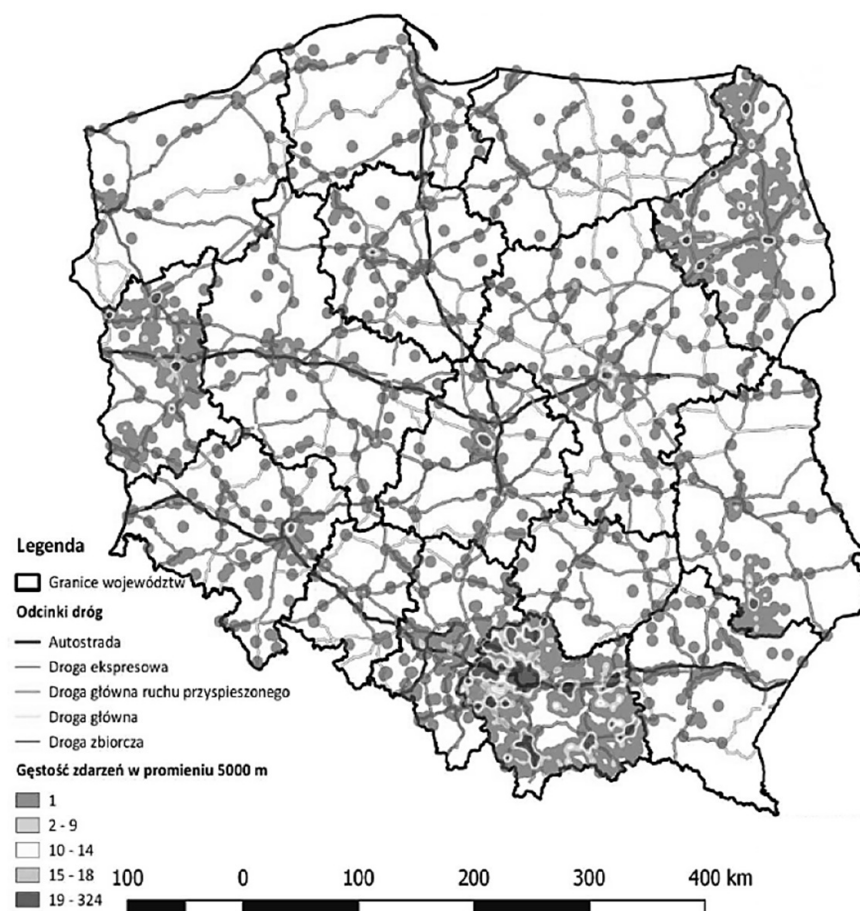
z udziałem materiałów niebezpiecznych była katastrofa, do której doszło w 1978 r. na kempingu w miejscowości Los Alfageus w Hiszpanii. Na skutek rozszczelnienia cysterny przewożącej 23 tony propylenu doszło do wybuchu, w wyniku którego śmierć poniosło 277 osób. Innym przykładem tragicznego w skutkach zdarzenia była eksplozja cysterny przewożącej paliwo w 2010 r., w miejscowości Sagne w Demokratycznej Republice Konga, która spowodowała śmierć około 230 osób. To tylko wybiórcze przykłady katastrof z bardzo dużą liczbą ofiar śmiertelnych oraz dużymi stratami materialnymi. Niewątpliwie na bezpieczeństwo regionalne mają również wpływ zdarzenia o znacznie mniejszych rozmiarach, lecz charakteryzujące się dużą częstotliwością występowania. To właśnie te zdarzenia należy wnikliwie i szeroko analizować, odnosząc je do bezpieczeństwa w bezpośredniej strefie wypadku. Do takich zdarzeń możemy zaliczyć np. wyciek 22.07.2013 r. w Mroczkowie wodnego roztworu wodorotlenku sodu z uszkodzonego podczas transportu pojemnika,

gdzie w wyniku hamowania pojazdu i źle zabezpieczonego pojemnika uległ on uszkodzeniu. Zdarzenie spowodowało wyciek na drogę ok. 250 l wodnego roztworu wodorotlenku sodu oraz dotkliwe poparzenie kierowcy. Inny przykład to wyciek ok. 9 ton farby akrylowej i zanieczyszczenie blisko 500 m², jaki miał miejsce dwa miesiące wcześniej (18.05.2013 r.) w miejscowości Szeromin. To zdarzenie spowodowane było błędem człowieka, który nie ustąpił pierwszeństwa przejazdu prawidłowo przejeżdżającemu pociągowi towarowemu. Charakter zdarzeń, zakres, okres ich nasilania, a co najważniejsze skutki, mają ogromny i decydujący wpływ na bezpieczeństwo regionalne.

Analiza akcji ratunkowych przeprowadzonych na terenie naszego kraju w latach 2012–2017 pozwala wyodrębnić cztery województwa (małopolskie, śląskie, podlaskie i lubuskie), gdzie ma miejsce duże zagęszczenie zdarzeń drogowych z udziałem materiałów niebezpiecznych (rysunek 1). Koncentracja miejsc i ich położenie może wynikać z bliskości loka-

Rysunek 1

Gęstością zdarzeń drogowych z udziałem materiałów niebezpiecznych w latach 2012–2017 na terenie Polski



Źródło: Raport Najwyższej Izby Kontroli. Warszawa 2018.

lizacji pobliskich zakładów chemicznych oraz dużego natężenia pozostałego ruchu drogowego.

W XXI w. przykładem konieczności traktowania zdarzeń drogowych z udziałem materiałów niebezpiecznych jako zagrożenia dla bezpieczeństwa w rejonie tras przewozu są nie tylko wypadki drogowe, lecz również zagrożenia terrorystyczne. W lipcu 2016 r. terrorysta tunezyjskiego pochodzenia wjechał w grupę ludzi na promenadzie w Nicei, pozbawiając życia 87 osób. Przedstawiony przykład pokazuje, że możliwe jest wykorzystanie pojazdów z materiałami niebezpiecznymi do przeprowadzenia ataków terrorystycznych. Trudno sobie wyobrazić skalę strat w ludziach i wielkość obszaru skażenia, gdyby zdetonowano cysternę wypełnioną chemikaliami, takimi jak np. amoniak lub chlor. W takim przypadku, w zależności od gęstości załadunku oraz warunków atmosferycznych, zasięg strefy skażenia mógłby wynieść kilkanaście kilometrów, a liczba poszkodowanych osób liczona byłaby w tysiącach.

Prawne aspekty transportu materiałów niebezpiecznych

Transport drogowy materiałów niebezpiecznych reguluje międzynarodowa konwencja dotycząca przewozu towarów niebezpiecznych (The European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road), dalej ADR, podpisana 30.09.1957 r. w Genewie, a zatwierdzona przez Polskę w 1975 r. (Dz.U. z 1975 r., nr 35, poz. 189). Dodatkowo transport materiałów niebezpiecznych drogą lądową regulują dyrektywy unijne, w tym najważniejsza — dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2008/68/WE z 24.09.2008 r. w sprawie transportu lądowego towarów niebezpiecznych.

Wewnętrzne regulacje naszego kraju precyzyjnie określają przewóz materiałów niebezpiecznych w zależności od środka transportu, i tak:

- w zakresie przewozu drogowego — ustawa z 28.10.2002 r. o przewozie drogowym towarów niebezpiecznych (Dz.U. z 2002 r., nr 199, poz. 1671 ze zm.);
- w zakresie przewozu koleją — ustawa z 31.03.2004 r. o przewozie koleją towarów niebezpiecznych (Dz.U. z 2004 r., nr 97, poz. 962 ze zm.);
- przewóz żeglugą śródlądową — ustawa z 21.12.2000 r. o żegludze śródlądowej (Dz.U. z 2006 r., nr 122, poz. 1321 ze zm.).

Jednym z najważniejszych dokumentów regulujących transport drogowy materiałów niebezpiecznych jest międzynarodowa umowa ADR, obowiązująca obecnie w 50 krajach. Jej przepisy nowelizowane są w cyklu dwuletnim i składa się ona z trzech części — umowy właściwej, załącznika A oraz załącznika B.

Umowa właściwa definiuje stosunki prawne między państwami, które podpisały umowę ADR. Obejmuje definicje, jakie obowiązują w transporcie drogowym materiałów niebezpiecznych, przedstawia organy nadzoru i kontroli oraz zawiera wymogi wobec osób pełniących funkcję kierowcy i doradcy transportu do przewozu materiałów niebezpiecznych.

Załącznik A przedstawia podział na 13 klas zagrożeń, wszystkich produkowanych na świecie materiałów niebezpiecznych oraz zawiera szczegółową klasyfikację tych materiałów w poszczególnych klasach.

Załącznik B obejmuje w szczególności:

- wymagania w stosunku do załogi pojazdu;
- wymagania dotyczące osób uczestniczących w przewozie;
- opis dodatkowego wyposażenia jednostek transportowych;
- wymagania dotyczące konstrukcji i dopuszczenia;
- dokumentację wymaganą przy przewozie.

Towary lub materiały niebezpieczne to takie rzeczy i przedmioty, których przewóz jest niedopuszczony lub dopuszczony tylko na warunkach określonych przepisami prawa. Towary niebezpieczne zakazane i niezakazane w transporcie drogowym zamieszczone są w tabeli A umowy ADR. W tej tabeli umieszczone są numery rozpoznawcze UM materiału lub przedmiotu niebezpiecznego, zawierające także nazwę i opis.

Materiałom o indywidualnych numerach UN, w zależności od stopnia zagrożenia, wyznacza się grupy pakowania:

- I grupa pakowania: materiały stwarzające duże zagrożenie;
- II grupa pakowania: materiały stwarzające średnie zagrożenie;
- III grupa pakowania: materiały stwarzające małe zagrożenie.

Towary niebezpieczne klasyfikuje się w zależności od rodzaju stwarzanego przeważającego zagrożenia do jednej z trzynastu klas szczegółowo opisanych w literaturze.

Należy wspomnieć, że pojazdy mechaniczne stosowane do transportu materiałów niebezpiecznych powinny spełniać wszystkie warunki techniczne i przepisy znajdujące się między innymi w:

- ustawie z 20.06.1997 r. — Prawo o ruchu drogowym (Dz.U. z 2020 r. poz. 110 ze zm.);
- ustawie z 28. 10.2002 r. o przewozie drogowym materiałów niebezpiecznych;
- umowie ADR (część 9).

Przewóz danych materiałów niebezpiecznych jest realizowany za pomocą pojazdów mechanicznych, posiadających stosowne świadectwa dopuszczające do przewozu i dzieli się je na:

- pojazdy przewożące materiały niebezpieczne w sztukach przesyłek;
- pojazdy przewożące materiały niebezpieczne luzem;
- pojazdy przewożące materiały niebezpieczne w cysternach.

Każdy pojazd przeznaczony do transportu materiałów niebezpiecznych powinien być prawidłowo oznakowany zgodnie z obowiązującymi przepisami ADR, w szczególności: z przodu i tyłu za pomocą pomarańczowych ostrzegawczych tablic oraz wyposażony w tablice z wypisanymi na czarno numerami zagrożenia UN oraz z boku nalepkami ostrzegawczymi. Ponadto pojazd powinien posiadać specjalne wyposażenie, takie jak dodatkowe gaśnice oraz zestaw ADR (klin do blokowania koła jezdnego, kamizelka ostrzegawcza, znaki ostrzegawcze i latarki) oraz wyposażenie specjalistyczne (np. urządzenie do ochrony dróg oddechowych).

Wiele obowiązków spoczywa także na kierowcy takiego pojazdu, który musi posiadać niezbędną dokumentację (taką jak list przewozowy), instrukcję wypadkową dotyczącą przewożonego materiału, świadectwo kwalifikacji kierowcy, zaświadczenie o przeszkoleniu kierowcy.

Zagrożenia w transporcie

W Polsce corocznie transportem drogowym przewozi się około 1550 mln ton wszystkich ładunków, w tym 150 mln ton to właśnie towary niebezpieczne. Z tej liczby najczęściej przewozi się materiałów ciekłych zapalnych, które stanowią około 66% wszystkich transportowanych materiałów niebezpiecznych. Następną grupę stanowią gazy z blisko 25% udziałem, a następnie materiały żrące stanowiące niespełna 2%. Przewóz materiałów promieniotwórczych ze względu na brak jawności danych w analizach statystycznych jest pomijany. Prócz Polski, największymi przewoźnikami towarów i materiałów niebezpiecznych w Europie są obecnie Niemcy, Hiszpania oraz Wielka Brytania.

Na podstawie analizy danych statystycznych i dostępnej literatury można wyodrębnić najczęściej występujące przyczyny powstawania zagrożeń w trakcie realizacji całego procesu przewozu ładunków niebezpiecznych i są to:

- niezgodność transportu z wymaganiami ADR;
- nieodpowiedni stan techniczny opakowań i jednostek ładunkowych (w tym nadmierne zużycie i uszkodzenie opakowania, które nie zapewnia szczelności i umożliwia przedostanie się zawartości do atmosfery);
- niezgodny z wymaganiami stan techniczny środka transportu, co może prowadzić do katastrofy, uszkodzenia opakowania, a przez to do uwolnienia przewożonego ładunku;
- zły stan techniczny dróg kołowych, co może prowadzić do katastrofy, uszkodzenia opakowania lub naczynia transportowego, a przez to do uwolnienia przewożonego ładunku;
- nieodpowiednie wyposażenie punktów przeładunkowych;

- zły stan techniczny infrastruktury i urządzeń przeładunkowych;
- kolizje drogowe powstałe w wyniku błędu człowieka;
- brak przygotowania teoretycznego i praktycznego do wykonywania TN w poszczególnych ogniach łańcucha transportowego;
- niewłaściwa organizacja lub technologia transportu ładunków niebezpiecznych;
- brak właściwych zabezpieczeń obiektów przeładunkowych przed przenikaniem uwolnionych substancji niebezpiecznych do środowiska naturalnego.

W Polsce, wraz ze wzrostem gospodarczym, rośnie stale zapotrzebowanie na różnorodne rodzaje materiałów niebezpiecznych. Z przeprowadzonych analiz sytuacji niebezpiecznych w TN można stwierdzić, że głównym źródłem powstania zagrożenia jest sam przejazd oraz załadunek i rozładunek, który w przypadku wystąpienia nieprawidłowości jest przyczyną przedostania się substancji niebezpiecznej do otaczającego środowiska, powodując zagrożenie toksyczne, pożarowe, chemiczne lub wybuchowe.

Konsekwencją tych zdarzeń może być:

- utrata zdrowia lub życia ludzi przebywających w strefie zagrożenia;
- konieczność ewakuacji ludności z zagrożonych terenów;
- skażenie powietrza, wody i gleby;
- zniszczenie środowiska naturalnego;
- powstanie dużych strat materialnych.

Zagrożenia takie mogą różnić się znacząco zasięgiem i obejmować obszar:

- miejscowy, występujący w miejscu transportowym;
- lokalny, występujący w zasięgu jednego obiektu jednostki organizacyjnej;
- masowy, występujący poza granicami obiektu jednostki organizacyjnej.

Według danych Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ), corocznie około 20 tysięcy pojazdów przewożących TN poddawanych jest kontroli, z czego tylko w 2017 r. blisko 13% nie spełniło warunków umowy ADR.

Powstanie i skutki wypadku, w szczególności z udziałem TN, należy najczęściej traktować jako splot wielu czynników. Rozpoznanie ich oraz określenie wpływu na zagrożenie stanowi tzw. diagnozę stanu. Analiza prowadzonych obserwacji i badań pozwoliła na wygenerowanie czynników wpływających na powstanie sytuacji kryzysowej i do budowy koncepcji systemu komunikacji i monitorowania w drogowym transporcie materiałów niebezpiecznych. Ogromną i decydującą rolę w tym procesie odgrywa Państwowa Straż Pożarna (PSP). Sytuacje krytyczne w transportach materiałów niebezpiecznych wykonywanych przez PSP obejmują bardzo szeroki zakres działań, w szczególności:

- ratowanie życia osób znajdujących się w pojazdach;

- rozpoznanie rodzaju materiału lub substancji stwarzającej zagrożenie;
- ocenę zagrożenia i analizowanie rozwoju skażenia środowiska;
- zastosowanie odpowiedniego sprzętu oraz technik ratowniczych do rodzaju materiału niebezpiecznego i miejsca wystąpienia awarii;
- przepompowanie substancji niebezpiecznej do zastępczych zbiorników;
- uszczelnienie miejsc wycieku;
- zmniejszenie parowania substancji niebezpiecznej;
- zastosowanie sorbetów w celu związania rozlanej substancji;
- stawianie zapór w obszarach wodnych zagrożonych wyciekami substancji;
- odizolowanie substancji niebezpiecznych z gleby lub wody.

Specyfika koncepcji systemu Komunikacji i Monitorowania (KiM)

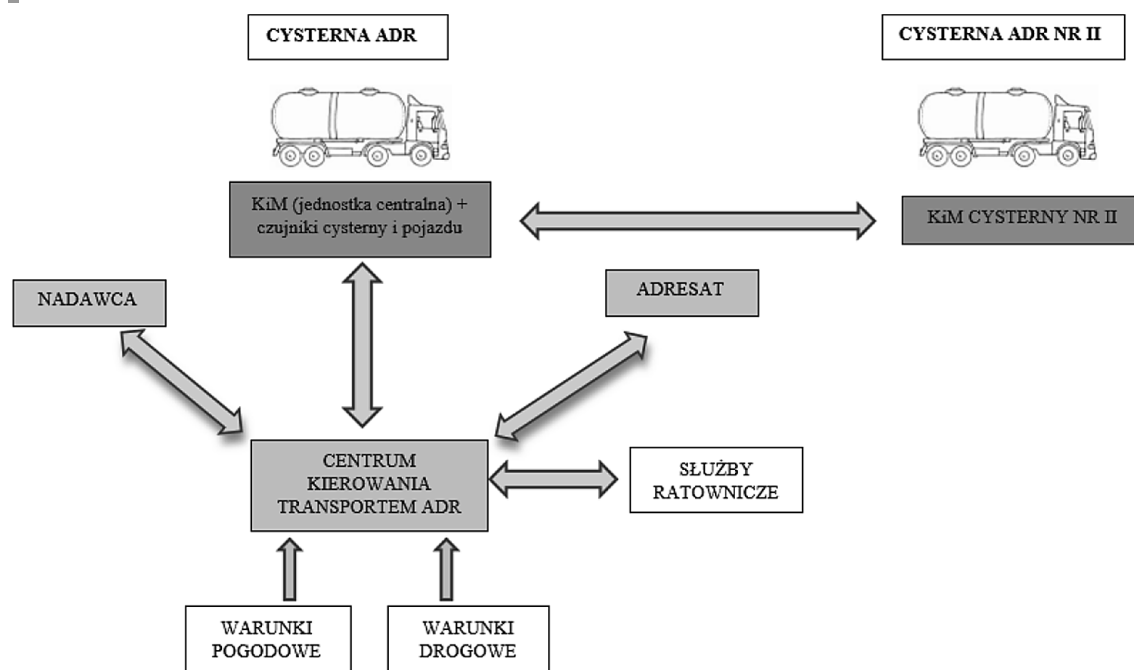
Wielorakość występujących zdarzeń pokazuje, jak złożona jest specyfika transportu drogowego materiałów niebezpiecznych, a zarazem jak skomplikowane są metody zmniejszenia zagrożeń w tym zakresie. Wychodząc naprzeciw tym problemom, na podstawie statystyk zaistniałych wypadków pojazdów do

przewozu materiałów niebezpiecznych, można stwierdzić, że najczęstszymi przyczynami zdarzeń niepożądanych w pierwszej kolejności jest jednak błąd ludzki, a w drugiej, stan techniczny pojazdu. Do błęd kierowcy dochodzi przeważnie z powodu niewystarczających informacji, jakie on otrzymuje podczas takiego przewozu. Analizy i wyniki prowadzonych ankiet wśród diagnostów, inspektorów TDT i przedstawicieli przedsiębiorstw zajmujących się przewozem materiałów niebezpiecznych oraz biegłych sądowych badających przyczyny zaistniałych wypadków, pozwoliły ustalić, jakie istotne informacje są potrzebne do minimalizacji prawdopodobieństwa pojawienia się zdarzenia oraz minimalizacji jego skutków. Na podstawie tego opracowano koncepcję systemu Komunikacji i Monitorowania (KiM) zagrożeń, w celu przekazywania istotnych informacji głównemu użytkownikowi — kierowcy pojazdu do przewozu materiałów niebezpiecznych. Dodatkowo, przez montaż dodatkowych czujników na pojeździe do przewozu materiałów niebezpiecznych system KiM umożliwia monitorowanie pojazdu i wybranych parametrów wpływających na obecny stan (warunki pogodowe), a w razie konieczności może informować w postaci komunikatów, a w razie potrzeby wysłać do centrum kierowania transportem materiałów niebezpiecznych.

Autorską koncepcję systemu KiM przedstawiono na rysunku 2. System KiM będzie miał do spełnienia cel główny, czyli zwiększenie bezpieczeństwa pojaz-

Rysunek 2

Koncepcja systemu KiM wybranego pojazdu do przewozu materiałów niebezpiecznych



Źródło: opracowanie własne

du do przewozu materiałów niebezpiecznych przez dostarczenie jego kierowcy odpowiednich informacji oraz, jeśli zajdzie taka konieczność, zminimalizowanie skutków wystąpienia sytuacji krytycznej poprzez szybkie powiadomienie właściwych służb ratunkowych (PSP) i odpowiednie zarządzanie informacjami podczas zaistniałego zdarzenia. System KiM, będzie wykonywał następujące zadania:

- komunikacja z elementami infrastruktury takimi jak centrum kierowania transportem materiałów niebezpiecznych, służby ratownicze, nadawca, odbiorca;
- komunikacja pasywna z innymi pojazdami przewożącymi materiały niebezpieczne w bezpośredniej strefie oddziaływania;
- monitoring stanu przewożonego materiału niebezpiecznego i stanu technicznego pojazdu;
- informowanie kierowcy pojazdu o przewozu materiałów niebezpiecznych o niesprawnościach i sytuacjach zagrażających bezpieczeństwu transportu drogowego.

Głównym elementem systemu KiM jest jednostka centralna, znajdująca się w kabinie kierowcy, której zadaniem będzie pozyskiwanie informacji i wspomaganie w podejmowaniu właściwych decyzji przez kierowcę oraz, w razie wystąpienia zagrożenia, wysyłania ich do centrum kierowania oraz służb ratowniczych. Panel dotykowy urządzenia systemu KiM będzie służył do przekazywania kierowcy stosownych do sytuacji komunikatów oraz będzie pokazywał wyznaczoną bezpieczną trasę przejazdu i miejsca postojów. Dodatkowo, panel dotykowy KiM pozwoli kierowcy zgłaszać występujące zagrożenia, takie jak usterka techniczna samochodu, zagrożenie bezpieczeństwa transportowanego materiału niebezpiecznego, które nie będzie wykryte wcześniej oraz powstanie nagłego zagrożenia, np. porwanie, atak terrorystyczny. Dokładne położenie pojazdu będzie lokalizowane za pomocą systemu nawigacji satelitarnej GPS (*Global Positioning System*).

Centrala KiM będzie komunikowała się z dodatkowym modułem służącym do monitorowania parametrów transportowanego materiału niebezpiecznego i stanu technicznego pojazdu. Za pomocą czujników elektronicznych umieszczonych na pojeździe na bieżąco będą monitorowane takie parametry materiału niebezpiecznego jak poziom cieczy w zbiorniku, ciśnienie, temperatura. Stan techniczny pojazdu będzie monitorowany, po zamontowaniu odpowiednich czujników i urządzeń, za pomocą których, system KiM, część usterek mógłby wykryć samodzielnie, a następnie odpowiednio zareagować. Takimi elementami i urządzeniami sprawdzającymi stan techniczny pojazdu systemu KiM mogłyby być np. czujniki temperatury w piastach kół jezdnych, które wykrywają przegrzanie hamulców; czujniki ciśnienia kół jezdnych, które wykrywają spadek

ciśnienia powietrza, opóźnieniomierz badający skuteczność hamowania pojazdu, który wykryje zmniejszoną skuteczność układu hamulcowego.

Dostęp do tych wartości będzie miał kierowca i w razie konieczności, po przekroczeniu dozwolonych norm, alarm wysyłany będzie do odpowiednich służb. W zależności od rodzaju występującego zagrożenia i lokalizacji pojazdu oraz warunków atmosferycznych, w centralce KiM będzie zastosowany odpowiedni, wcześniej ustalony i zaprogramowany, wariant ratowniczy, na podstawie którego wyznaczona będzie odpowiednia trasa przejazdu lub, gdy zajdzie taka konieczność, miejsce awaryjnego postoju. Z centrali KiM samochodu zagrożonego informacje te będą przekazywane do centrum kierowania transportem materiałów niebezpiecznych oraz kierowców innych pojazdów do przewozu materiałów niebezpiecznych, gdyby znajdowali się w pobliżu, a w sytuacjach krytycznych do służb ratowniczych, które powinny odpowiednio reagować na zaistniałe zagrożenie.

System z takimi funkcjami oraz z tak rozwiniętą bazą danych dotyczącą czynników wpływających na powstanie wypadku, mógłby znacząco poprawić bezpieczeństwo transportu drogowego wybranych materiałów niebezpiecznych. System komunikowania i monitorowania zagrożeń nie istnieje w praktyce, a obecnie trwają prace koncepcyjne autora nad jego wersją testową. Dotychczasowe publikacje naukowe pomijają tematykę budowy systemu komunikacji i monitorowania zagrożeń w drogowym transporcie materiałów niebezpiecznych. Dodatkowo należy zauważyć, że do tego czasu nikt nie próbował badać tej problematyki, a jedynie skupiał się na bezpieczeństwie ogólnym w drogowym przewozie materiałów niebezpiecznych.

W ramach badań instytucjonalnych i obiektowych (technicznych) określono czynniki negatywne, które w istotnym stopniu wpływają na możliwość wystąpienia sytuacji kryzysowej (rysunek 3), której konsekwencją mogą być straty ludzkie, ekologiczne i ekonomiczne.

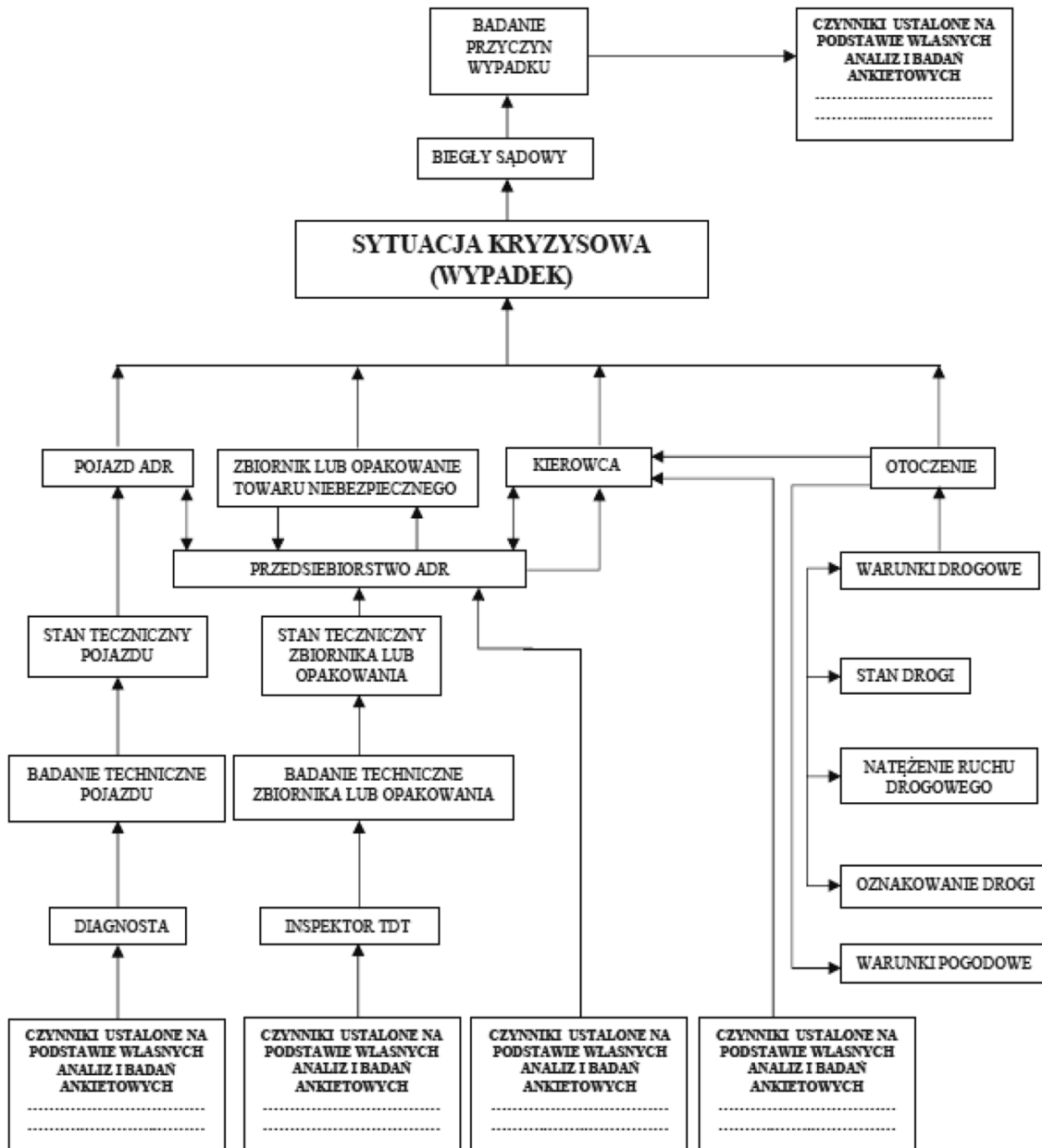
Analiza rysunku 3 pokazuje znaczenie grupy czynników mających potencjalny wpływ na powstanie sytuacji kryzysowej w transporcie materiałów niebezpiecznych. Rozpoznanie zagrożeń w wykonywanych badaniach umożliwi określenie najistotniejszych problemów skutkujących zwiększeniem ryzyka wystąpienia wypadku podczas drogowego transportu materiałów niebezpiecznych, a także pokaże najskuteczniejsze metody ich eliminacji.

Wnioski

Transport drogowy materiałów niebezpiecznych stanowi obecnie około 15% wszystkich towarów

Rysunek 3

Zestawieni badanych czynników mających wpływ na możliwość powstania sytuacji kryzysowej w transporcie materiałów niebezpiecznych



Źródło: opracowanie własne.

przewożonych pojazdami mechanicznymi. W Polsce znaczące zwiększenie liczby przewożonych materiałów niebezpiecznych środkami transportu drogowego powoduje zwiększenie ryzyka wystąpienia wypadku lub katastrofy i możliwości powstania zagrożenia dla definiowanego bezpieczeństwa. Powstanie wypadku należy potraktować jako splot kilku czynników, chociaż doprowadzenie do ich ograniczenia lub wyeliminowania może przyczynić

się do usunięcia części zagrożeń, których skutkiem może być wypadek, a w konsekwencji poważne straty ludzkie i ekonomiczne oraz trudno usuwalne bądź nieodwracalne zanieczyszczenie środowiska naturalnego. Zaistniałe zdarzenia z udziałem towarów niebezpiecznych pokazują, że wyłącznie przepisy, nawet najbardziej szczegółowe, nie zagwarantują bezpieczeństwa podczas tego typu przewozów.

Bibliografia/References

- Kucharek, D., Osiak, B. (2018). *Selected aspects of research regarding safety of hazardous materials air transportation*, Security Forum 1, University of Dąbrowa Górnicza.
- Michalik, J., Gajek, A., Gredecki, S., Piękniewski, M., Słomka, L., Janik, P., Dziwulski, D., Zając S. (2009). Zagrożenia poważnymi awariami w transporcie drogowym niebezpiecznych chemikaliów w Polsce. *Bezpieczeństwo Pracy*, 9.
- Rogalski, G., Pyza, D. (2018). *Zagrożenia w transporcie drogowym towarów niebezpiecznych*. Warszawa: Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, Wydział Transportu.
- Szaniawska, D., Ćwirko, K. (2015). Kształcenie o bezpieczeństwie chemicznym w transporcie materiałów niebezpiecznych. *General and Professional Education*, 2.
- Obolewicz, A. (2008). Wypadki z udziałem towarów niebezpiecznych w transporcie drogowym. *Opakowanie*, 10.
- Kopczewski, M., Toborski, M., Pasek D. (2013). Bezpieczeństwo w transporcie materiałów niebezpiecznych, *Logistyka*, 6.
- Nowacki, G., Krysiuk, C., Olejnik, K., Zagrożenia i ratownictwo związane z przewozem towarów niebezpiecznych w Polsce, *Logistyka*, 4.
- Kopczewski, R., Nowacki, G., Zakrzewski, B. (2017). Zagrożenia chemiczne i ekologiczne podczas przewozu drogowego towarów niebezpiecznych. *Bezpieczeństwo i ekologia, Autobusy*, 9.
- Janczak, A., *Transport ADR — klasyfikacja towarów niebezpiecznych*. <https://www.prawo.pl> (10.03.2020 r.).
- European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) United Nations Treaty Collection (3.03.2020 r.).
- Dobrzyńska, R., *Zagrożenie środowiska podczas transportu drogowego materiałów niebezpiecznych*. http://rdobrzynska.zut.edu.pl/fileadmin/publikacje/Inntrans2013_RD_popr.pdf (3.03.2020).
- Raport Najwyższej Izby Kontroli. (2018). Warszawa.

Dr inż. Robert Brodzik

Adiunkt w Katedrze Logistyki Lotniczej Akademii Wojskowej. Specjalista w zakresie transportu, logistyki wojskowej oraz infrastruktury logistycznej.

Dr inż. Robert Brodzik

Assistant professor at the Department of Logistics of Military University of Aviation. Specialist in transport, military logistics and logistics infrastructure.

Material Economy and Logistics Journal

www.pwe.com.pl

Gospodarka Materiałowa i Logistyka

www.gmil.pl

ZNAJDZIESZ NAS TU

www.gmil.pl

tel. 795 155 583

ul. Podwale 17

00-252 Warszawa

