

Bogdan Kosowski^{a)}, Robert Piec^{b)}, Arkadiusz Kielin^{c)}*

^{a)} Uniwersytet Jagielloński w Krakowie / Jagiellonian University in Krakow

^{b)} Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie / Main School of Fire Service in Warsaw

^{c)} Komenda Miejska Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie / Municipal Headquarters of the State Fire Service in Krakow

* Corresponding author / Autor korespondencyjny: arkadiusz.kielin@psp.krakow.pl

Unification of the Construction of Tank Vehicles as an Important Element in Improving the Safety of Transport and Rescue Operations

Unifikacja budowy cystern jako istotny element poprawy bezpieczeństwa transportu i prowadzenia działań ratowniczych

ABSTRACT

Aim: The aim of the research was to verify the assumptions regarding the need to unify and standardize the design of tank vehicles in order to make it easier for rescuers from specialized chemical-ecological rescue groups (SRGChem) to make the right decisions at the scene. Ultimately, such unification is expected to allow the safe elimination of the threat by improving the rescue efforts of the groups in question. To carry it out, it is necessary to analyse rescue operations and draw conclusions, which should be made available to the manufacturers of tank vehicles, carriers and SGRChem rescuers.

Project and methodology: In the first stage of consideration, an analysis of the literature was carried out, followed by a survey of the rescuers who are members of SRGChem in order to find out their opinions on the unification of the construction of tank vehicles. Questions included emergency unloading valves. Interviews were also conducted with experts familiar with the issues of the subject in question, in particular practitioners who perform command functions in the SGRChem on a daily basis.

Results: A survey of emergency responders from specialized chemical and environmental rescue groups shows that the vast majority of this group sees a significant problem arising from the varied design of tank vehicles for transporting hazardous substances. An overwhelming number of respondents indicated that unification of the construction of tank vehicles transporting hazardous substances is feasible, but requires a lot of discussions with the manufacturers in terms of seeking new solutions, i.e., insurance relief for tank vehicles that would be certified for unified construction.

Conclusions: The transportation of hazardous materials is a complex process that requires specialized knowledge. The organization of transport in accordance with current safety regulations and standards ensures not only the minimization of risks arising from the transport of hazardous materials, but also its full efficiency. It is important to remember that every participant in the transport of dangerous goods has certain responsibilities. The greatest scope is imposed on the carrier and the shipper. At the same time, it is necessary to pay attention to an indispensable element of transport safety – that is, training, which should be carried out for all employees who come into contact with dangerous goods. All these considerations lead to the conclusion that unification of the construction of tank vehicles would have a significant impact on improving the safety of transport and the effectiveness of ongoing rescue operations.

Keywords: safety, transport, rescue, training, hazardous substances

Type of article: original scientific article

Received: 22.11.2022; Reviewed: 13.02.2023; Accepted: 13.02.2023;

Authors' ORCID IDs: B. Kosowski – 0000-0003-3397-4445; R. Piec – 0000-0002-5234-5639; A. Kielin – 0000-0002-3098-7016;

The authors contributed the equally to this article;

Please cite as: SFT Vol. 61 Issue 1, 2023, pp. 120–130, <https://doi.org/10.12845/sft.61.1.2023.7>;

This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

ABSTRAKT

Cel: Celem badań była weryfikacja przyjętych założeń na temat konieczności unifikowania i ujednoczenia budowy cystern, tak aby ułatwić ratownikom specjalistycznych grup ratownictwa chemiczno-ekologicznego (SRGChem) podjęcie właściwych decyzji na miejscu akcji. Finalnie taka unifikacja ma pozwolić na bezpieczną likwidację zagrożenia poprzez usprawnienie działań ratowniczych wspomnianych grup. Do jej przeprowadzenia konieczne jest dokonanie analizy czynności ratowniczych oraz wyciągnięcie wniosków, które powinny być udostępnione producentom cystern, przewoźnikom oraz ratownikom SGRChem.

Projekt i metody: W pierwszym etapie rozważań dokonano analizy literatury, następnie przeprowadzono badania ankietowe wśród ratowników będących członkami SRGChem w celu poznania ich opinii na temat unifikacji budowy cystern. Pytania dotyczyły m.in. zaworów do awaryjnego rozładunku.

Przeprowadzono także wywiady z ekspertami znającymi problematykę przedmiotowego tematu, w szczególności praktykami, którzy na co dzień pełnią funkcje dowódcze w SGRchem.

Wyniki: Z rozeznania przeprowadzonego wśród ratowników specjalistycznych grup ratownictwa chemiczno-ekologicznego wynika, że zdecydowana większość tej grupy dostrzega znaczny problem wynikający ze zróżnicowanej budowy cystern do przewozu substancji niebezpiecznych. Przeważająca liczba ankietowanych wskazała, że unifikacja budowy cystern przewożących substancje niebezpieczne jest możliwa do realizacji, lecz wymaga wielu rozmów z producentami w zakresie poszukiwania nowych rozwiązań, tj. ulgi w ubezpieczeniach cystern, które posiadałyby certyfikat potwierdzający zunifikowaną budowę.

Wnioski: Przewóz materiałów niebezpiecznych jest skomplikowanym procesem wymagającym specjalistycznej wiedzy. Organizacja transportu zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami w zakresie bezpieczeństwa gwarantuje nie tylko zminimalizowanie zagrożeń wynikających z przewozu materiałów niebezpiecznych, ale i pełną jego efektywność. Należy pamiętać, że każdy uczestnik przewozu towarów niebezpiecznych ma określone obowiązki. Największy zakres nałożony jest na przewoźnika oraz na nadawcę przesyłki. Jednocześnie trzeba zwrócić uwagę na nieodzowny element bezpieczeństwa w transporcie – czyli szkolenia, które powinny być przeprowadzane dla wszystkich pracowników mających styczność z towarami niebezpiecznymi. Wszystkie te uwarunkowania prowadzą do konkluzji, że unifikacja budowy cystern miałaby istotny wpływ na poprawę bezpieczeństwa transportu i skuteczności prowadzonych działań ratowniczych.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, transport, ratownictwo, szkolenie, substancje niebezpieczne

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

Przyjęty: 22.11.2022; **Zrecenzowany:** 13.02.2023; **Zaakceptowany:** 13.02.2023;

Identyfikatory ORCID autorów: B. Kosowski – 0000-0003-3397-4445; R. Piec – 0000-0002-5234-5639; A. Kielin – 0000-0002-3098-7016;936; Autorzy wnieśli jednakowy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu;

Proszę cytować: SFT Vol. 61 Issue 1, 2023, pp. 120–130, <https://doi.org/10.12845/sft.61.1.2023.7>;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Introduction

Transporting dangerous goods requires expert knowledge of the composition, chemical and physical properties of the cargo being transported, as well as specialized packaging and transportation equipment. This area is governed by very precise international regulations and rules of conduct. Unifying and complying with the regulations for transporting hazardous materials increases safety and facilitates effective inspections. In practice, this means that dangerous cargoes that hit the roads of countries that comply with the ADR agreement have the same names and identification numbers. Moreover, they are tested, classified, packaged and labelled in the same way. This state of affairs also makes it easier for the rescuers to deal with potential hazards or dangerous situations arising from the transport of these substances. In particular, this concerns the identification of hazards and procedures for dealing with their uncontrolled release into the environment.

“The transport of dangerous goods by road is in the range of 10–15% of total transport. The majority of these are bulk shipments by tank vehicles, where more than 70% are liquid fuels. It is forecast that these transports will double in our country within 5 to 10 years” [1]. In order to ensure that the increase in the share of freight does not worsen road safety, good legislation in this area and absolute enforcement in daily transport practice, as well as proper education of those involved in the transport and rescue chain, are essential. The general recommendations for the transport of dangerous goods developed by the UN for the various modes of transport by road, rail, sea, air are the basis for the development of specific safety rules for the transport of these materials by road in Europe. The United Nations Economic

Wprowadzenie

Transport towarów niebezpiecznych wymaga fachowej wiedzy na temat składu, właściwości chemicznych i fizycznych przewożonego ładunku, a także specjalistycznych opakowań i środków transportowych. Obszar ten regulują bardzo precyzyjne międzynarodowe przepisy i zasady postępowania. Ujednolicenie i przestrzeganie przepisów przewozu materiałów niebezpiecznych zwiększa poziom bezpieczeństwa i ułatwia prowadzenie skutecznych kontroli. W praktyce oznacza to, że ładunki niebezpieczne, które trafiają na drogi państw przestrzegających umowy ADR, mają takie same nazwy i numery rozpoznawcze. Co więcej, są w ten sam sposób badane, klasyfikowane, pakowane i znakowane. Taki stan rzeczy jest także ułatwieniem dla ratowników w zakresie likwidacji potencjalnych zagrożeń lub niebezpiecznych sytuacji losowych wynikających z transportu tychże substancji. W szczególności dotyczy to identyfikacji zagrożeń i procedur postępowania w przypadku ich niekontrolowanego uwolnienia do środowiska.

„Przewóz towarów niebezpiecznych transportem drogowym kształtuje się w granicach 10–15% całości przewozów. Większość z nich stanowią transporty masowe w cysternach, gdzie ponad 70% to paliwa ciekłe. Prognozy mówią, że w ciągu 5–10 lat w naszym kraju podwoi się ilość tych przewozów” [1]. Aby wzrost udziału przewozów nie pogorszył stanu bezpieczeństwa na drogach, niezbędne jest dobre prawo w tej dziedzinie oraz bezwzględne egzekwowanie go w codziennej praktyce transportowej, a także właściwe kształcenie uczestników łańcucha transportowego i ratowniczego. Ogólne zalecenia dotyczące transportu towarów niebezpiecznych opracowane przez ONZ dla różnych środków transportu drogowego, kolejowego, morskiego, lotniczego

Commission for Europe's Committee of Experts published The European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) in Geneva on 30 September 1957, which is updated every two years. "The current agreement for 2021–2023 covers 52 countries" [2], where it is the standard to guarantee the safety of road transport of goods that can cause danger. "Poland has been a signatory to this agreement since 1975, but a real and reliable implementer since 2003. Within the meaning of Article 1 of the ADR Agreement, the term (...) "dangerous goods" shall mean such materials and articles the international carriage of which by road is prohibited or authorised under certain conditions laid down in Annexes A and B. Such a general definition makes it possible to translate the application of the agreement to all road transport loads. Making their transport consent conditional is the fulfilment of the provisions in Annexes A and B – it imposes specific obligations on all participants in the transport process: from the manufacturer, the shipper, the carrier to the consumer. Everyone must act in such a way that safety is maintained at the prescribed level" [3].

"Cargo transported by road amounts to 1,551.8 million tonnes, of which dangerous goods account for 155.2 million tonnes. Central routes for the transport of dangerous goods are mainly through urbanised areas. The predominant customers of hazardous chemicals transported by tank vehicles are industrial companies. Most dangerous goods are transported in the areas of Łódź, Tricity, Tarnów, Bydgoszcz and Kielce and Czechowice-Dziedzice. A fundamental threat is the transport of chemicals by road from industrial plants through cities, as this creates a high probability of a disaster within the metropolis and the risk of loss of life or permanent damage to the health of several thousand people, as well as pollution of the ecosystem" [3]. Periodically, incidents of local accidents involving harmful substances are registered in Poland, which are the result of non-compliance with the rules in force in the transport of dangerous goods by road. Spills of petroleum substances and acids are particularly dangerous for the environment and are most often caused by leaking valves, tank damage or collisions. The result of such action can be a fire, as well as the explosion of tank vehicles carrying hazardous substances. The means of transport that may be authorised for the transport of hazardous materials and substances are motor vehicles that have the appropriate certificates authorising them to transport the agents in question. They are:

- vehicles transporting dangerous agents and materials in consignments,
- vehicles transporting dangerous agents and materials in bulk,
- vehicles transporting dangerous agents and materials in tanks.

"In Poland, single-track vehicles (motorbikes or motorbikes with an attached semi-trailer or trailer) are not allowed to transport hazardous materials. The means of transport of dangerous goods shall be properly marked in accordance with the provisions contained in the ADR, i.e. provided with two rectangular orange-coloured plates conforming to the requirements of the ADR agreement and properly affixed to the means of transport (at the rear and front of the vehicle) and with hazard number (UN) plates and warning stickers (on both sides of the vehicle)" [3].

są podstawą do opracowania szczegółowych zasad bezpieczeństwa transportu tych materiałów w transporcie drogowym w Europie. Komitet Ekspertów Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ (ang. United Nations Economic Commission for Europe) opublikował w Genewie w dniu 30 września 1957 r. umowę europejską o przewozie drogowym towarów niebezpiecznych (ang. The European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road, ADR), która jest aktualizowana co dwa lata. „Obecna umowa na lata 2021–2023 obejmuje 52 kraje” [2], w których jest standardem gwarantującym bezpieczeństwo transportu drogowego towarów mogących powodować zagrożenie. „Polska jest sygnatariuszem tej umowy od 1975 r., ale rzeczywistym i rzetelnym jej realizatorem od roku 2003. W rozumieniu artykułu 1 Umowy ADR określenie: (...) „towary niebezpieczne” oznacza takie materiały i przedmioty, których międzynarodowy przewóz drogowy jest zabroniony lub dozwolony pod pewnymi warunkami ustalonymi w załącznikach A i B. Tak ogólna definicja pozwala przełożyć stosowanie umowy na wszystkie ładunki w transporcie drogowym. Uwarunkowanie zgody na ich przewóz jest spełnieniem przepisów zawartych w załącznikach A i B – nakłada na wszystkich uczestników procesu transportowego szczegółowe obowiązki: od producenta, przez nadawcę, przewoźnika do odbiorcy. Wszyscy muszą postępować tak, aby bezpieczeństwo było zachowane na określonym w przepisach poziomie” [3].

„Przewóz ładunków transportem drogowym wynosi 1551,8 mln ton, z czego towary niebezpieczne stanowią 155,2 mln ton. Centralne szlaki przewozu towarów niebezpiecznych przebiegają w głównej mierze przez tereny zurbanizowane. Przeważającymi odbiorcami niebezpiecznych związków chemicznych przewożonych cysternami są przedsiębiorstwa przemysłowe. Najwięcej towarów niebezpiecznych transportuje się w obszarach Łodzi, Trójmiasta, Tarnowa, Bydgoszczy oraz Kielc i Czechowic-Dziedzic. Zasadniczym zagrożeniem jest przewóz środków chemicznych transportem samochodowym z zakładów przemysłowych przez miasta, ponieważ stwarza to duże prawdopodobieństwo wystąpienia katastrofy w obrębie metropolii oraz ryzyko utraty życia bądź trwałego uszczerbku na zdrowiu kilkunastu tysięcy ludzi, jak i również zanieczyszczenia ekosystemu” [3]. Cyklicznie rejestruje się w Polsce zdarzenia miejscowych awarii z udziałem substancji szkodliwych, które są rezultatem nieprzestrzegania zasad obowiązujących w drogowym transporcie towarów niebezpiecznych. Dla środowiska szczególnie groźne są wycieki substancji ropopochodnych oraz kwasów, które najczęściej powstają w przypadku nieszczelnych zaworów, uszkodzeń zbiornika bądź kolizji. Skutkiem takiego działania może być pożar, a także wybuch cystern przewożących substancje niebezpieczne. Środkami transportowymi, które mogą być dopuszczone do przewozu materiałów i substancji niebezpiecznych, są pojazdy mechaniczne posiadające właściwe świadectwa, zezwalające na transport takich ładunków. Są to:

- pojazdy przewożące środki i materiały niebezpieczne w sztukach przesyłek,
- pojazdy przewożące środki i materiały niebezpieczne luzem,
- pojazdy przewożące środki i materiały niebezpieczne w cysternach.

„W Polsce do transportu materiałów niebezpiecznych nie dopuszczone są pojazdy jednośladowe (motocykle lub motocykle z przyczepioną naczepą lub przyczepą). Środki transportu towarów niebezpiecznych powinny być właściwie oznakowane zgodnie z przepisami zawartymi w ADR, tj. zaopatrzone w dwie prostokątne tablice barwy pomarańczowej, odpowiadające wymaganiom podanym w umowie ADR i właściwie zamocowane na środku transportowym (z tyłu i przodu pojazdu) oraz w tablice z numerami zagrożenia (UN) i nalepkami ostrzegawczymi (po obu stronach pojazdu)” [3].

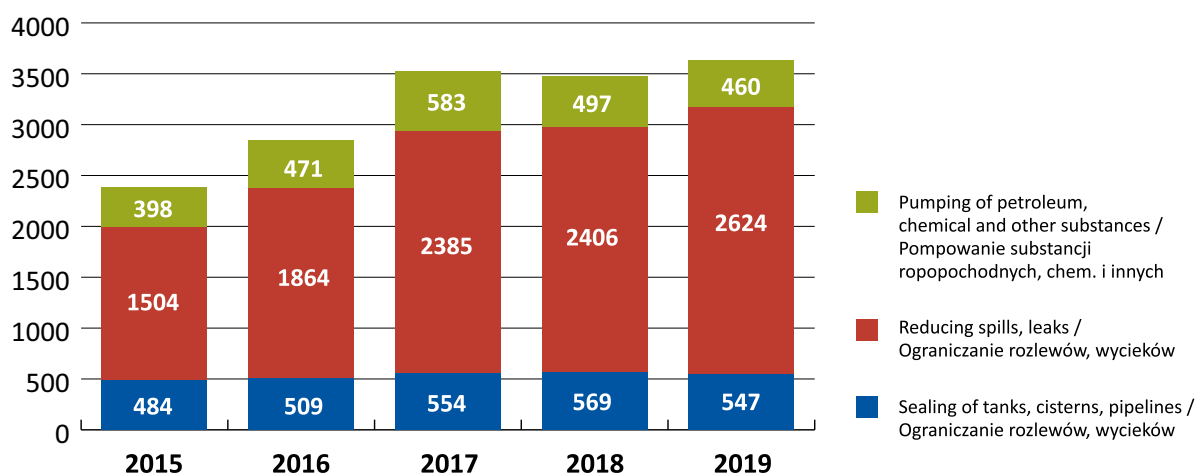


Figure 1. The number of incidents related to rescue operations conducted by SGRChem in the country in 2015–2019 and emergency unloading of tank vehicles, pumping of petroleum substances, containment of spills, leaks and sealing of tanks, cisterns, pipelines
Rycina 1. Liczba zdarzeń związanych z działaniami ratowniczymi prowadzonymi przez SGRChem na terenie kraju w latach 2015–2019 i awaryjnym rozładunkiem cystern, pompowaniem substancji ropopochodnych, ograniczeniem rozlewów, wycieków, uszczelnieniem zbiorników, cystern, rurociągów

Source: Own elaboration based on data from KG PSP [4]

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z KG PSP [4]

Analysis of the data presented in Figure 1 shows that the share of the transport of hazardous materials in Poland is increasing year by year. The occurrence of an adverse event combined with the presence of these substances generates a risk of the transported materials escaping to the outside. This can cause localised contamination of the ecosystem (ground and surface water, as well as the ground), the spread of toxic clouds and flammable vapours and damage to the public's health and, in the worst cases, death.

Dangerous goods pose a particular risk to humans and animals. Among all modes of transport in our country, road transport dominates, with a rate of 65.8% (see Figure 2). Therefore, it can be assumed that the likelihood of a hazardous event occurring is greatest in this mode of transport. Naturally, it should be noted that road transport, according to statistics (Central Statistical Office – Road Transport in Poland in 2018 and 2019, Warsaw–Szczecin 2021) [5], is the most dangerous in terms of accidents of all transport modes.

Analiza danych przedstawionych na rycinie 1 wskazuje, że w Polsce z roku na rok zwiększa się udział transportu materiałów niebezpiecznych. Zaistnienie zdarzenia niekorzystnego w połączeniu z obecnością tych substancji generuje ryzyko wydostania się przewożonych materiałów na zewnątrz. Spowodować to może miejscowe skażenie ekosystemu (wód gruntowych i powierzchniowych, a także gruntu), rozprzestrzenianie się toksycznych chmur i palnych par oraz uszczerbek na zdrowiu społeczeństwa, a w najgorszych przypadkach śmierć.

Towary niebezpieczne tworzą szczególne zagrożenie dla ludzi oraz zwierząt. Wśród wszystkich gałęzi transportu w naszym kraju przeważa transport drogowy, którego wskaźnik wynosi 65,8% (zob. ryc. 2). Można więc przyjąć, że prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznego zdarzenia właśnie w tej gałęzi transportu jest największe. Oczywiście zaznaczyć należy, że transport drogowy według statystyk (Główny Urząd Statystyczny – Transport Drogowy w Polsce w latach 2018 i 2019, Warszawa–Szczecin 2021) [5] jest najniebezpieczniejszy pod względem wypadkowości ze wszystkich gałęzi transportu.

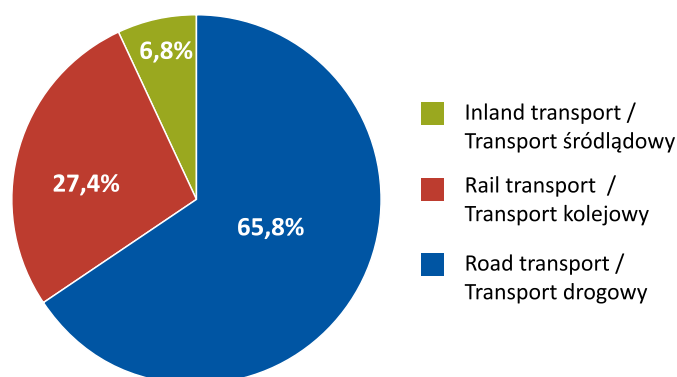


Figure 2. Share of road, rail and inland waterway transport in the transport of dangerous goods

Rycina 2. Udział transportu drogowego, kolejowego i śródlądowego w przewozach towarów niebezpiecznych

Source/Źródło: G. Rogalski, D. Pyza, *Zagrożenia w transporcie drogowym towarów niebezpiecznych*, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej* 2018 [6].

As the rescue operations carried out by specialised chemical and environmental rescue teams are very diverse, the article focuses on the problem of dealing with the unsealing of tank vehicles carrying hazardous media. The emergency unloading of tank vehicles distributing hazardous substances plays an important role in improving transport safety and the effectiveness of rescue operations. The problem faced by the emergency services is the large number of different technical solutions used in the fittings of these tank vehicles. This raises the question of whether unification of the construction of the tank vehicles can improve safety in the transport of hazardous materials and the efficiency of the services during emergency incidents. The aim of the research presented here was to verify the assumptions made about the need to unify and standardise the construction of tank vehicles, which would make it easier for the rescuers to make the right decisions to eliminate the danger safely, and afterwards to analyse the operations carried out and draw conclusions. These, in turn, should also be available to the manufacturers of tank vehicles, carriers and SGRchem rescuers themselves.

In order to broaden the scope of consideration, the authors attempted to reach out to the international literature related to the subject. The following publications, among others, were analysed:

- D. Koulocheris, C. Vossou, *Exploration of Equivalent Design Approaches for Tanks Transporting Flammable Liquids*, „Computation” 2020, w której opisywana jest ocena integralności konstrukcyjnej cystern [7] oraz
- Peng, S., Zhou D., Xie B., *Analysis of LNG Storage Tank Safety: A Comprehensive Model Approach with ANP and Normal Cloud*, „Applied Science” 2022 [8],
- Węsierski T., Piec R., Majder-Łopatka M., Król B., Gawroński W., Kwiatkowski M., *Hazards Generated by an LNG Road Tanker Leak: Field Investigation of Vapour Propagation under Class B Conditions of Atmospheric Stability*, „Energies” 2021, w których została przeprowadzona analiza bezpieczeństwa zbiorników LNG [9].

However, the analysis of the literature did not lead the authors to a scientific consideration of the unification of the construction of the tank vehicles. This fact is indicative of a research niche within the subject matter under discussion.

Ponieważ działania ratownicze prowadzone przez specjalistyczne grupy ratownictwa chemiczno-ekologicznego są bardzo różnorodne, w artykule skupiono się na problematyce postępowania związanego z rozszczelnieniem cystern przewożących niebezpieczne media. W poprawie bezpieczeństwa transportu i skuteczności działań ratowniczych ważną rolę odgrywa awaryjny rozładunek cystern dystrybuujących substancje niebezpieczne. Problemem, z którym spotykają się służby ratownicze, jest duża liczba różnych rozwiązań technicznych stosowanych w armaturze tych cystern. Powstaje zatem pytanie, czy unifikacja budowy cystern może poprawić bezpieczeństwo w transporcie materiałów niebezpiecznych oraz skuteczność działania służb podczas zdarzeń awaryjnych. Celem przedstawionych badań była weryfikacja postawionych założeń dotyczących konieczności unifikowania i ujednolicenia budowy cystern, które to ułatwiłyby ratownikom podjęcie właściwych decyzji zmierzających do bezpiecznej likwidacji zagrożenia, a po ich przeprowadzeniu – dokonanie analizy przeprowadzonych czynności i wyciągnięcie wniosków. Te z kolei powinny być dostępne także dla producentów cystern, przewoźników oraz samych ratowników SGRchem.

Chcąc rozszerzyć zakres rozważań, autorzy podjęli próbę dotarcia do międzynarodowej literatury związanej z przedmiotowym tematem. Dokonano analizy m.in. następujących publikacji:

- D. Koulocheris, C. Vossou, *Exploration of Equivalent Design Approaches for Tanks Transporting Flammable Liquids*, „Computation” 2020, w której opisywana jest ocena integralności konstrukcyjnej cystern [7] oraz
- Peng, S., Zhou D., Xie B., *Analysis of LNG Storage Tank Safety: A Comprehensive Model Approach with ANP and Normal Cloud*, „Applied Science” 2022 [8],
- Węsierski T., Piec R., Majder-Łopatka M., Król B., Gawroński W., Kwiatkowski M., *Hazards Generated by an LNG Road Tanker Leak: Field Investigation of Vapour Propagation under Class B Conditions of Atmospheric Stability*, „Energies” 2021, w których została przeprowadzona analiza bezpieczeństwa zbiorników LNG [9].

Analiza literatury nie doprowadziła jednak autorów do rozważań naukowych na temat unifikacji budowy cystern. Fakt ten świadczy o niszy badawczej w ramach omawianej problematyki.

Methodology

The first stage of consideration was an analysis of the literature, followed by a survey of the rescuers who are members of specialist chemical-ecological rescue teams. The aim of the survey was to find out their views on the unification of the construction of tank vehicles, including valves for emergency unloading. The research was carried out in 2020 (first quarter). The questionnaire was distributed to the specialist chemical and environmental rescue teams operating in the National Fire Service via the Internet. 463 correctly completed questionnaires were collected. The survey questionnaire used a Likert scale [10] in a five-point variant, which is often used in social research, to find out the opinions of the respondents. It is used to measure the opinions, attitudes, views of the people surveyed on a questionnaire question.

Test results

In the course of the analysis carried out among the rescuers of specialist chemical and environmental rescue teams, it was found that the vast majority perceive a major problem in the diversity of construction of tank vehicles for the transport of hazardous substances. It causes great difficulties for the rescuers during the emergency unloading of tank vehicles – if only in relation to the location of the valves and the operation of the very fittings used to unload them. The problem builds up when the tank vehicle is unsealed and/or overturned. As shown in Figure 3, more than half of the rescuers indicate that unification of the construction of the tank vehicles, including the location of the emergency unloading valves and their proper labelling, would greatly improve the conduct of emergency unloading operations. Thus, the adopted research assumptions in the research process carried out were confirmed.

Metodyka

W pierwszym etapie rozważań dokonano analizy literatury, następnie przeprowadzono badania ankietowe wśród ratowników będących członkami specjalistycznych grup ratownictwa chemiczno-ekologicznego. Celem sondażu było poznanie ich opinii na temat unifikacji budowy cystern, w tym zaworów do awaryjnego rozładunku. Badania wykonano w 2020 roku (I kwartał). Kwestionariusz rozesłano do specjalistycznych grup ratownictwa chemiczno-ekologicznego funkcjonujących w Państwowej Straży Pożarnej drogą internetową. Zebrano 463 poprawnie wypełnione ankiety. W kwestionariuszu badań do poznania opinii respondentów wykorzystano skalę Likerta [10] w wariantcie pięciostopniowym, której często używa się w badaniach społecznych. Stosuje się ją do pomiaru opinii, postaw, poglądów badanych osób na zadane pytanie kwestionariuszowe.

Wyniki badań

W toku przeprowadzonej analizy wśród ratowników specjalistycznych grup ratownictwa chemiczno-ekologicznego ustalono, że zdecydowana większość dostrzega duży problem w zakresie różnorodności budowy cystern do przewozu substancji niebezpiecznych. Powoduje on ogromne trudności dla ratowników podczas awaryjnego rozładunku cystern – chociażby związane z umiejscowieniem zaworów oraz działaniem samej armatury stosowanej do ich rozładunku. Problem się nawarstwia, gdy cysterna ulegnie rozszczelnieniu lub/i przewróceniu. Jak pokazano na rycinie 3, ponad połowa ratowników wskazuje, że unifikacja budowy cystern, w tym umiejscowienia zaworów do awaryjnego rozładunku i ich właściwego oznakowania, znacznie usprawniłaby prowadzenie działań związanych z awaryjnym rozładunkiem. Tym samym przyjęte założenia badawcze w przeprowadzonym procesie badawczym zostały potwierdzone.

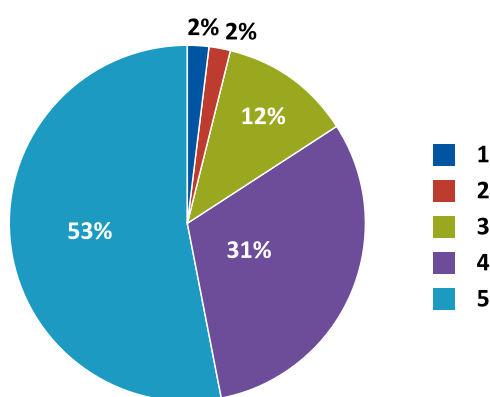


Figure 3. Graph showing the percentage distribution of responses to the question: “Please indicate on a scale of 1 to 5 (where 1 is: it would not change the existing status quo and 5 is: it would significantly improve the conduct of operations) whether unification of the construction of tank vehicles, including valves for emergency unloading, would significantly improve the conduct of the SGRchem’s emergency decommissioning operations”

Rycina 3. Wykres przedstawiający procentowy rozkład odpowiedzi na pytanie: „Proszę określić w skali od 1 do 5 (gdzie 1 to: nie zmieniłoby istniejącego stanu rzeczy, a 5 to: znacznie usprawniłoby to prowadzenie działań), czy unifikacja budowy cystern, w tym zaworów do awaryjnego rozładunku, w znaczący sposób poprawiłoby prowadzenie działań SGRchem w zakresie likwidacji zagrożenia”

Source / Źródło: Own elaboration / Opracowanie własne.

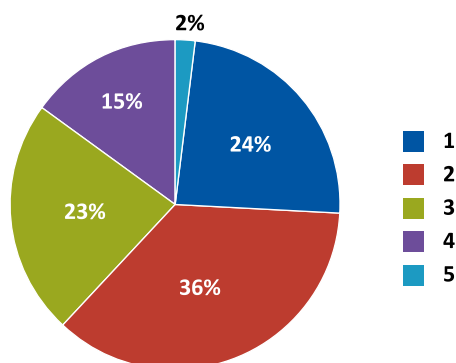


Figure 4. Graph showing the percentage distribution of responses to the question: “Considering a scoring scale of 1 to 5 (where 1 is: there is a major problem and 5 is: there are no problems in this area), please determine whether there is a problem related to the variety of the construction of tank vehicles transporting hazardous substances and, consequently, whether there is a problem related to the connection of systems for emergency unloading?”

Rycina 4. Wykres rozkładu odpowiedzi na pytanie: „Biorąc pod uwagę skalę punktacji od 1 do 5 (gdzie 1 to: istnieje duży problem, a 5 to: brak problemów w tym zakresie), proszę określić, czy istnieje problem związany z różnorodnością budowy cystern przewożących substancje niebezpieczne, a co za tym idzie, czy istnieje problemem związany z podłączeniem układów do awaryjnego rozładunku?”

Source / Źródło: Own elaboration / Opracowanie własne.

According to practitioner-experts very familiar with the subject, there is currently a major problem with marking (and therefore finding by the rescuers during the operation), the valves for emergency unloading during incidents involving the overturning of tank vehicles carrying hazardous substances (see Figure 4). They also stress that things are not made easier by drivers, who are often unfamiliar with the construction of tank vehicles. According to the experts' recommendation, emergency unloading valves should be located in several places on the tank vehicle (e.g. on the right, left and rear), so that if the tank vehicle overturns on either side, emergency unloading systems can still be connected. Furthermore, serving firefighters in the SGRchem aptly point out that, along with the unification of the location of the valves for emergency unloading, the hooks for emergency lifting of tank vehicles should be unified, along with information on whether the tank vehicle can be 'put up' full or must be emptied. The experts mentioned earlier also say that the carrier should provide 24/7 access to an ADR advisor who is familiar with the specifics of the particular transport, as well as with the construction of the tank vehicle that is carrying the medium in question.

Many specialists in chemical and environmental rescue and transport believe that an agreement should be created between the Transport Technical Supervision (TDT) and the Headquarters of the State Fire Service (KG PSP). TDT should make technical materials on the construction of tank vehicles available to KG PSP, and then KG PSP should post these materials on the command's website, so that firefighters from all over the country would have the opportunity to get acquainted with the construction of various types of tank vehicles. A very good solution would be to create cards (on the pattern of rescue cards in passenger vehicles), which would inform the rescuers about all important details helpful during the rescue operations connected with emergency unloading of tanks, and, in particular, about the location and means of connecting systems for their emergency unloading.

The possibility of unifying the construction of tank vehicles transporting hazardous substances exists, but it requires many discussions with the manufacturers to find new solutions. This would include, for example, insurance concessions for tank

Według praktyków-ekspertów bardzo dobrze zaznajomionych z tematem aktualnie istnieje duży problem z oznakowaniem (a co za tym idzie odnalezieniem przez ratowników w trakcie akcji), zaworów do awaryjnego rozładunku podczas zdarzeń związanych z przewróceniem cystern przewożących substancje niebezpieczne (zob. ryc. 4). Podkreślają także, że sprawy nie ułatwiają kierowcy, często niezający budowy cystern. Zgodnie z rekomendacją ekspertów zawory do awaryjnego rozładunku powinny być zlokalizowane w kilku miejscach cysterny (np. z prawej, lewej strony i z tyłu), tak aby w sytuacji, gdy cysterna wywróci się na dowolną ze stron, nadal można było podłączyć układy do jej awaryjnego rozładunku. Co więcej, pełniący służbę w SGRchem strażacy trafnie zauważają, że wraz z unifikacją umiejscowienia zaworów do awaryjnego podnoszenia cystern wraz z informacją, czy cysterna może być „stawiana” pełna, czy musi zostać opróżniona. Wspomniani eksperci twierdzą także, iż przewoźnik powinien zapewnić całodobowy dostęp do doradcy ADR, znającego specyfikę konkretnego transportu, jak i budowę cysterny, która przewozi dane medium.

Wielu specjalistów z zakresu ratownictwa chemiczno-ekologicznego i transportu uważa, że należy stworzyć porozumienie pomiędzy Transportowym Dozorem Technicznym (TDT) i Komendą Główną Państwowej Straży Pożarnej (KG PSP). TDT powinien udostępniać materiały techniczne dotyczące budowy cystern do KG PSP, a następnie KG PSP powinno zamieszczać te materiały na stronach www komendy, tak aby strażacy z całego kraju mieli możliwość zapoznania się z budową różnego rodzaju cystern. Bardzo dobrym rozwiązaniem byłoby stworzenie kart (na wzór kart ratowniczych w pojazdach osobowych), które informowałyby ratowników o wszystkich istotnych szczegółach pomocnych podczas prowadzenia działań ratowniczych związanych z awaryjnym rozładunkiem cystern, a w szczególności o umiejscowieniu i sposobach podłączenia układów do ich awaryjnego rozładunku.

Możliwość unifikacji budowy cystern przewożących substancje niebezpieczne istnieje, lecz wymaga wielu rozmów z producentami w zakresie poszukiwania nowych rozwiązań. Obejmowałyby one np. ulgi w ubezpieczeniach cystern, które

vehicles that would be certified as being of unified construction. The National Fire Service should also lobby for such solutions. This is confirmed, for example, by the results of a survey of the rescuers serving in SGRChem (see Figure 5). Commanders, drivers and rescuers unanimously indicate that unifying the construction of the tank vehicles, including the valves for emergency unloading, would significantly improve the conduct of the SGRChem's emergency response operations.

posiadałyby certyfikat potwierdzający zunifikowaną budowę. Wskazane jest, aby PSP lobbowała za tego typu rozwiązaniami. Potwierdzają to chociażby wyniki przeprowadzonych badań ankietowych wśród ratowników pełniących służbę w SGRChem (zob. ryc. 5). Dowódcy, kierowcy i ratownicy zgodnie wskazują, że unifikacja budowy cystern, w tym zaworów do awaryjnego rozładunku, w znaczący sposób poprawiłoby prowadzenie działań SGRChem w zakresie likwidacji zagrożenia.

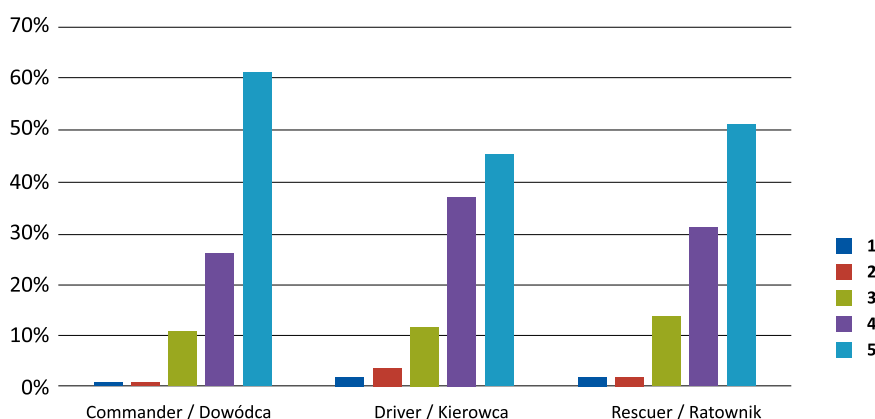


Figure 5. Graph showing the percentage distribution of responses to the question: "Please indicate on a scale of 1 to 5 (where 1 is: would not change the existing state of affairs and 5 is: would significantly improve the conduct of operations) whether unification of the construction of tank vehicles, including valves for emergency unloading, would significantly improve the conduct of the SGRChem's emergency recovery operations?" depending on the respondent's function

Rycina 5. Wykres przedstawiający procentowy rozkład odpowiedzi na pytanie: „Proszę określić w skali od 1 do 5 (gdzie 1 to: nie zmieniliby istniejącego stanu rzeczy, a 5 to: znacznie usprawniłoby to prowadzenie działań), czy unifikacja budowy cystern, w tym zaworów do awaryjnego rozładunku, w znaczący sposób poprawiłoby prowadzenie działań SGRChem w zakresie likwidacji zagrożenia?” w zależności od pełnionej przez ankietowanych funkcji

Source / Źródło: Own elaboration / Opracowanie własne.

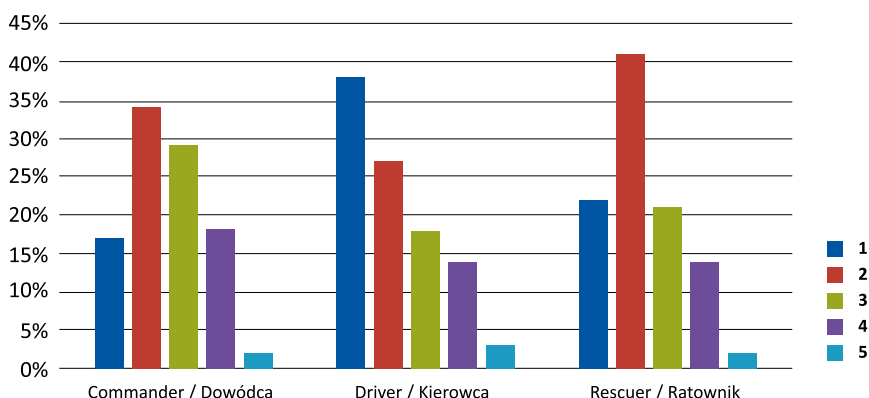


Figure 6. Graph showing the percentage distribution of responses to the question: "Considering a scoring scale from 1 to 5 (where 1 is: there is a big problem and 5 is: no problems in this respect), please specify whether there is a problem related to the variety of construction of tank vehicles transporting hazardous substances and, consequently, whether there is a problem related to the connection of systems for emergency unloading?" according to the respondents' function

Rycina 6. Rozkład procentowy odpowiedzi na pytanie: „Biorąc pod uwagę skalę punktacji od 1 do 5 (gdzie 1 to: istnieje duży problem, a 5 to: brak problemów w tym zakresie), proszę określić, czy istnieje problem związany z różnorodnością budowy cystern przewożących substancje niebezpieczne, a co za tym idzie, czy istnieje problemem związany z podłączeniem układów do awaryjnego rozładunku?” w zależności od pełnionej przez ankietowanych funkcji

Source / Źródło: Own elaboration / Opracowanie własne.

The vast majority of respondents also perceive a problem with the diversity of construction of tank vehicles transporting hazardous substances, as shown in Figure 6.

Zdecydowana większość ankietowanych zauważa również problem związany z różnorodnością budowy cystern przewożących substancje niebezpieczne, co przedstawiono na rycinie 6.

Taking into account all the above aspects of carrying out rescue operations related to the emergency unloading of tank vehicles carrying hazardous substances that have been involved in an accident, a number of problems were encountered in dealing with the hazard that occurred. In the first phase of the operation and after reconnaissance, the rescue commander must decide how to discharge it in an emergency. This is to minimise the risk (a filled tank vehicle that will be lifted poses a huge risk of damage to the tank shell or its equipment as a result of unnatural stresses) and allow the tank vehicle to be placed 'on its wheels' and then towed to a safe location.

According to firefighter-practitioners, the key issue remains that of the emergency unloading of tank vehicles that have been involved in accidents and rollovers. While incidents where the tank vehicle has not overturned are not troublesome for the rescuers (due to the fact that, in most cases, they do not need to be unloaded to eliminate the hazard), incidents where the tank vehicle has overturned cause significant difficulties for the rescuers. One does not need to be a specialist in this area to realise that putting an empty tank vehicle "on its wheels" is safer than performing the same operation with a full load. Situations where a filled tank vehicle has overturned pose numerous problems: firstly, in unloading it safely, and secondly, in restoring the tank vehicle so that it can be towed to a safe location. The figures cited above, which refer to the survey, perfectly illustrate the problematic nature of this issue. The vast majority of firefighters involved in day-to-day chemical-environmental rescues are of the opinion that unification of the construction of tank vehicles would greatly facilitate this type of rescue operation.

Conclusions

In an effort to improve the level of safety in the transport of dangerous goods by road, state authorities should supervise it and carry out an appropriate number of safety checks. Penalties for failing to comply with the legal standards and for failing to apply health and safety rules should be severe for non-compliance (e.g. the amounts of penalties awarded should be proportionate to the cost of repairing the damage that needs to be incurred to restore the pre-accident condition). The transport of dangerous goods is a transport that requires a great deal of knowledge in this area, as well as the application of appropriate preventive measures.

"The transport of chemicals and mixtures that meet the classification criteria in the area of dangerous goods is regulated by laws of both national and international scope. A separate set of rules has been created for each type of transport, due to the specificity of each. The requirements contained in the legislation are the absolute minimum that must be ensured in order to carry out transport and associated activities safely. The undertaking of the necessary safety measures for transport and the implementation of the rescue operations is dictated by the need to eliminate the risk of a hazardous reaction occurring during the transport and decommissioning activities of the incident, since such an incident may result in violent chemical reactions, the formation of unstable

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe aspekty prowadzenia działań ratowniczych związanych z awaryjnym rozładunkiem cystern przewożących substancje niebezpieczne, które uległy wypadkowi, napotymano na szereg problemów w zakresie likwidacji zaistniałego zagrożenia. W pierwszej fazie działań i po dokonaniu rozpoznania kierujący działaniem ratowniczym musi podjąć decyzję co do sposobu awaryjnego jej rozładunku. Ma to zminimalizować zagrożenie (napelniona cysterna, która będzie podnoszona, stwarza ogromne ryzyko uszkodzenia płaszcza cysterny lub jej oprzyrządowania w wyniku zaistnienia nienaturalnych naprężeń) i umożliwić postawienie cysterny „na koła”, a następnie odholowania w bezpieczne miejsce.

Według strażaków-praktyków kluczowy pozostaje problem związany z awaryjnym rozładunkiem cystern, które uległy wypadkowi i przewróceniu. O ile incydenty, w których nie doszło do wywrócenia cysterny, nie są kłopotliwe dla ratowników (ze względu na to, iż w większości przypadków nie trzeba ich rozładowywać, aby zlikwidować zagrożenie), to zdarzenia, w których doszło do jej wywrócenia, sprawiają ratownikom znaczne trudności. Nie trzeba być specjalistą w tej dziedzinie, aby zrozumieć, że stawianie „na koła” pustej cysterny jest bezpieczniejsze niż wykonywanie tej samej operacji przy pełnym ładunku. Sytuacje, w których pełniona cysterna wywróciła się, stwarzają liczne problemy związane: po pierwsze, z bezpiecznym jej rozładunkiem, a po drugie z przywróceniem cysterny do stanu prawidłowego, tak aby było możliwe odholowanie jej w bezpieczne miejsce. Wyżej przywołane ryciny odnoszące się do badań ankietowych doskonale przedstawiają problematykę tego zagadnienia. Zdecydowana większość strażaków zajmujących się na co dzień ratownictwem chemiczno-ekologicznym jest zdania, że unifikacja budowy cystern znacznie ułatwiłaby prowadzenie tego typu działań ratowniczych.

Wnioski

W dążeniu do poprawienia poziomu bezpieczeństwa przewozu drogowego towarów niebezpiecznych organy państwowe powinny sprawować nad nim nadzór i przeprowadzać odpowiednią liczbę kontroli bezpieczeństwa. Kary za nieprzebranie norm prawnych oraz za niestosowanie zasad BHP powinny być dotkliwe dla osób nieprzebrających przepisów (np. kwoty zasądzonych kar powinny być współmierne do kosztów naprawy szkód, które należy ponieść, aby przywrócić stan sprzed awarii). Transport towarów niebezpiecznych jest transportem wymagającym bardzo dużej wiedzy w tym zakresie, a także stosowania odpowiednich środków zapobiegawczych.

„Przewóz substancji chemicznych i mieszanin, które spełniają kryteria klasyfikacyjne w zakresie problematyki towarów niebezpiecznych, regulowany jest przepisami o zasięgu zarówno krajowym, jak też międzynarodowym. Do wszelakiego rodzaju transportu został utworzony odrębny zbiór przepisów, co wynika ze specyfiki każdego z nich. Wymagania zawarte w aktach prawnych są absolutnym minimum, które należy zapewnić w celu bezpiecznego wykonywania przewozów i czynności im towarzyszących. Przedsięwzięcie niezbędnych środków w zakresie bezpieczeństwa transportu i realizacji działań ratowniczych podyktowane jest koniecznością wyeliminowania ryzyka wystąpienia reakcji niebezpiecznej podczas przewozu i czynności związanych z likwidacją zdarzenia, ponieważ

materials, or the release of flammable, suffocating, oxidising and/or poisonous gases. It should be noted that safety in the transport of dangerous goods is undoubtedly influenced by the technical condition of the entire means of transport including its individual systems and parts. Numerous studies are being conducted around the world to improve their durability and reliability" [3].

In summary, the transport of hazardous materials is a very complex process requiring specialised knowledge. Organising transport in accordance with current safety regulations and standards ensures not only that the risks arising from the transport of hazardous materials are minimised, but also that it is fully efficient and professional. It is important to remember that everyone involved in the transport of dangerous goods has specific responsibilities and duties. The greatest scope is imposed on the carrier and the shipper. The shipper should be familiar with the characteristics and properties of the goods, as this is the basis for selecting the appropriate packaging for the hazardous material being transported, affixing warning stickers to the goods and preparing the transport documentation. A required and one of the most important documents to facilitate transport is a written instruction for the driver, which streamlines the process of handling and dealing with the transported medium in the event of a hazard involving it. The document includes, among other things, the type and specification of the load to be transported, the driver's primary and secondary activities, possible risks, safety measures. The carrier, on the other hand, is required to confirm its knowledge of the regulations on the transport of hazardous materials. To this end, training is essential and should be provided not only to those directly involved in the transport, but also to other workers dealing with dangerous goods throughout the transport chain. Training is fundamental in the transport of dangerous goods, as even a small error by personnel who are inadequately trained can cause a disaster. Knowledge of the types of packaging, the means of transport used for the transport of dangerous goods, the properties of chemicals, the possibilities for dealing with accidents must be possessed by every driver who is involved in the transport of dangerous substances, as well as by the employer who employs them. All of the above considerations lead to the conclusion that the unification of the construction of tank vehicles would have a significant impact on improving the safety and efficiency of the conducted rescue operations. In the authors' opinion, the construction of the tank vehicles in road transport should be unified as a first step – as it is this branch of transport that carries the greatest risks.

An indispensable element of the introduction of the above-mentioned changes should be the adaptation of the process of training and in-service training of firefighters who are members of specialised chemical-ecological rescue groups to the current needs in this regard.

Literature / Literatura

- [1] Urban J., Szylar K., *Bezpieczeństwo przy transporcie materiałów niebezpiecznych*, Translogistics, Wrocław 2014.
 [2] *Zasięg Umowy ADR – w jakich 52 krajach obowiązuje*, wpis

w wyniku takiego zdarzenia może dojść do gwałtownych reakcji chemicznych, tworzenia materiałów niestabilnych, czy też wydzielania gazów palnych, duszących, utleniających i/lub trujących. Należy zaznaczyć, że niewątpliwy wpływ na bezpieczeństwo w przewozie towarów niebezpiecznych ma stan techniczny całego środka transportu wraz z jego poszczególnymi układami i częściami. Na całym świecie prowadzone są liczne badania, które mają na celu zwiększenie ich trwałości i niezawodności" [3].

Reasumując, przewóz materiałów niebezpiecznych jest bardzo skomplikowanym procesem wymagającym specjalistycznej wiedzy. Organizacja transportu zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami w zakresie bezpieczeństwa gwarantuje nie tylko zminimalizowanie zagrożeń wynikających z przewozu materiałów niebezpiecznych, ale i jego pełną efektywność oraz profesjonalizm. Należy pamiętać, że każdy uczestnik transportu towarów niebezpiecznych ma określone obowiązki i zadania. Największy zakres nałożony jest na przewoźnika oraz na nadawcę przesyłki. Nadawca powinien znać charakterystykę i właściwości towaru, ponieważ na tej podstawie dobiera się do przewożonego materiału niebezpiecznego odpowiednie opakowanie, umieszcza na nim nalepki ostrzegawcze oraz sporządza dokumentację przewozową. Wymaganiem i jednym z najważniejszych dokumentów, ułatwiającym transport, jest instrukcja pisemna dla kierowcy, która usprawnia proces obchodzenia się z przewożonym medium i postępowania w przypadku wystąpienia zagrożenia z jego udziałem. Dokument zawiera m.in. rodzaj i specyfikację transportowanego ładunku, czynności podstawowe i dodatkowe kierowcy, możliwe zagrożenia, środki bezpieczeństwa. Natomiast przewoźnik zobowiązany jest do potwierdzenia znajomości przepisów w zakresie przewozu materiałów niebezpiecznych. W tym celu niezbędne są szkolenia, które powinny być przeprowadzane nie tylko dla osób biorących udział bezpośrednio w transporcie, ale także dla innych pracowników mających do czynienia z towarami niebezpiecznymi w całym łańcuchu transportowym. Szkolenia są podstawą w transporcie towarów niebezpiecznych, bowiem nawet niewielki błąd personelu, który jest niewłaściwie przeszkolony może być przyczyną katastrofy. Wiedzę co do rodzajów opakowań, środków transportu stosowanych przy przewozie towarów niebezpiecznych, właściwości substancji chemicznych, możliwości postępowania w przypadku awarii musi posiadać każdy kierowca, który zajmuje się przewozem substancji niebezpiecznych, a także zatrudniający go pracodawca. Wszystkie powyższe uwarunkowania prowadzą do konkluzji, że unifikacja budowy cystern miałyby istotny wpływ na poprawę bezpieczeństwa i skuteczności prowadzonych działań ratowniczych. W opinii autorów w pierwszym etapie powinna zostać zunifikowana budowa cystern w transporcie drogowym – jako że właśnie ta gałąź transportu niesie za sobą największe zagrożenia.

Nieodzownym elementem wprowadzenia ww. zmian powinno być dostosowanie procesu szkolenia i doskonalenia zawodowego strażaków będących członkami specjalistycznych grup ratownictwa chemiczno-ekologicznego do obowiązujących potrzeb w tym zakresie.

- na blogu, <https://adrpartner.pl/blog/zasiieg-umowy-adr-w-jakich-krajach-obowiazuje/> [dostęp: 23.11.2022].
 [3] Kielin A., *Organizacja działań ratowniczych prowadzonych*

przez Specjalistyczne Grupy Ratownictwa Chemiczno-Ekologicznego podczas awaryjnego rozładunku cystern przewożących substancje niebezpieczne, praca doktorska, Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie, Warszawa 2020.

- [4] Dane statystyczne KG PSP https://www.straz.gov.pl/panstwowa_straz_pozarna/interwencje_psp [dostęp: 21.01.2020].
- [5] *Transport Drogowy w Polsce w latach 2018 i 2019*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa–Szczecin 2021 [12].
- [6] Rogalski G., Pyza D., *Zagrożenia w transporcie drogowym towarów niebezpiecznych*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej 2018.
- [7] Koulocheris D., Vossou C., *Exploration of Equivalent Design Approaches for Tanks Transporting Flammable Liquids*, „Computation” 2020 8(2), 33, <https://doi.org/10.3390/computation8020033>.
- [8] Peng, S., Zhou D., Xie B., *Analysis of LNG Storage Tank Safety: A Comprehensive Model Approach with ANP and Normal Cloud*, „Applied Science” 2022 12(23), 11941, <https://doi.org/10.3390/app122311941>.
- [9] Węsierski T., Piec R., Majder-Łopatka M., Król B., Gawroński W., Kwiatkowski M., *Hazards Generated by an LNG Road Tanker Leak: Field Investigation of Vapour Propagation under Class B Conditions of Atmospheric Stability*, „Energies” 2021 14(24), 8483, <https://doi.org/10.3390/en14248483>.
- [10] Lutyński J., *Metody badań społecznych. Wybrane zagadnienia*, Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź 2000.

BOGDAN KOSOWSKI, D.SC. ENG., PROFESSOR OF JAGIELLONIAN UNIVERSITY – specialises in broadly understood issues of systems theory related to the organisation of security management in business entities, institutions and public administration. It confronts theoretical knowledge with practical experience gained in the National Fire Service, government and local administration, public institutions and economic entities. It combines and adapts organisational and management science theory with security science, using a comprehensive approach based on risk analysis of threat variability.

SEN. BRIG. ROBERT PIEC, PH.D. ENG. – graduate of the Main School of Fire Service. Doctor of technical sciences in the discipline of environmental engineering awarded by the resolution of the Scientific Council of the Central Institute for Labour Protection – National Research Institute. He has also completed postgraduate studies – Emergency Management at the Main School of Fire Service, postgraduate studies – Databases at the School of Applied Computer Science and Management and postgraduate studies with doctoral seminars – Risk Analysis at the Academy of Finance. He has the author or co-author of numerous articles, monograph chapters and papers presented at national and international conferences. He is currently the Director of the Institute of Internal Security at the Main School of Fire Service.

BRIG. ARKADIUSZ KIELIN, PH.D. ENG. – graduate of the Main School of Fire Service in Warsaw, has served in fire protection since 1999. He completed his bachelor's degree at the Main School of Fire Service, his master's degree at the Higher School of Insurance and Banking in Warsaw, postgraduate studies with doctoral seminars in risk management at the Academy of Finance in Warsaw. Doctor of Social Sciences in the discipline of Security Science conferred by resolution of the Council for the Scientific Discipline of Security Science at the Main School of Fire Service. He is the author of publications on chemical and environmental rescue and emergency response standards. Over the years, he has held many command positions including those related to chemical and environmental rescue. Lecturer at the Jagiellonian University in Krakow. He currently holds the position of Deputy Commander of the Krakow City Fire Brigade.

DR HAB. INŻ. BOGDAN KOSOWSKI, PROF. UJ – specjalizuje się w szeroko rozumianych zagadnieniach teorii systemów związanych z organizacją zarządzania bezpieczeństwem w podmiotach gospodarczych, instytucjach i administracji publicznej. Konfrontuje wiedzę teoretyczną z praktycznym doświadczeniem zdobytym w Państwowej Straży Pożarnej, administracji rządowej i samorządowej, instytucjach publicznych i podmiotach gospodarczych. Łączy i adaptuje teorię organizacji i nauk o zarządzaniu z nauką o bezpieczeństwie, stosując kompleksowe podejście oparte na analizie ryzyka związanego ze zmiennością zagrożeń.

ST. BRYG. DR INŻ. ROBERT PIEC – absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. Doktor nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska nadany uchwałą Rady Naukowej Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego. Ukończył również studia podyplomowe – zarządzanie w stanach zagrożeń w Szkole Głównej Służby Pożarniczej, studia podyplomowe – bazy danych w Wyższej Szkole Informatyki Stosowanej i Zarządzania oraz studia podyplomowe z seminariami doktoranckimi – Analiza ryzyka w Akademii Finansów. Jest autorem lub współautorem wielu artykułów, rozdziałów monografii oraz referatów prezentowanych na konferencjach krajowych i zagranicznych. Obecnie pełni obowiązki Dyrektora Instytutu Bezpieczeństwa Wewnętrznego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej.

BRYG. DR INŻ. ARKADIUSZ KIELIN – absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie, służbę w ochronie przeciwpożarowej pełni od 1999 roku. Ukończył studia I stopnia w Szkole Głównej Służby Pożarniczej, studia II stopnia w Wyższej Szkole Ubezpieczeń i Bankowości w Warszawie, studia podyplomowe z seminariami doktoranckimi w zakresie zarządzania ryzykiem w Akademii Finansów w Warszawie. Doktor nauk społecznych w dyscyplinie nauki o bezpieczeństwie nadany uchwałą Rady Dyscypliny Naukowej Nauki o Bezpieczeństwie w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Jest autorem publikacji z zakresu ratownictwa chemiczno-ekologicznego i standardów udzielania pomocy ratowniczej. Na przestrzeni lat zajmował wiele stanowisk dowódczych w tym związanych z ratownictwem chemiczno-ekologicznym. Wykładowca Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Obecnie zajmuje stanowisko Zastępcy Komendanta Miejskiego PSP w Krakowie.



Tłumaczenie na język angielski artykułów naukowych (także ich streszczeń), w tym artykułów recenzyjnych, w półroczniku „Safety & Fire Technology” – zadanie finansowane ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki w ramach programu „Rozwój Czasopism Naukowych” (umowa nr RCN/SP/0560/2021/1).