

CABAN Jacek, KOMSTA Henryk, VRÁBEL Ján

## CHARAKTERYSTYKA POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH PRZEZNACZONYCH DO TRANSPORTU PALIW GAZOWYCH

### *Streszczenie*

*Transport paliw gazowych jest bardzo złożonym zagadnieniem technicznym i logistycznym. W artykule przedstawiono i krótko scharakteryzowano środki transportu służące do przewozu paliw gazowych. Zaprezentowano dostępne na rynku pojazdy specjalizowane umożliwiające odpowiedni wybór rozwiązań konstrukcyjnych dla danego rodzaju przewożonego paliwa gazowego. W artykule zwrócono uwagę na konstrukcje cystern i autocystern oraz system oznakowania i kodowania tych pojazdów w ruchu drogowym.*

### WSTĘP

Transport drogowy paliw gazowych odbywa się z wykorzystaniem pojazdów powszechnie zwanych cysternami lub autocysternami. Cysterna – zgodnie z ADR oznacza zbiornik do przewozu cieczy, gazów lub ciał stałych wraz z jego wyposażeniem obsługowym i konstrukcyjnym [14]. Ze względu na kształt wyróżnia się cysterny cylindryczne, eliptyczne oraz kuferkowe. W ogólnym rozumieniu cysterny to pojazdy bądź przyczepy takie jak; kontener-cysterna, cysterna przenośna lub stała, cysterna odejmowalna, pojazd-bateria oraz wieloelementowy kontener gazu, objęte stosownymi przepisami. Wiele gazów skraplanych w niskiej temperaturze może być przewożonych w małych naczyniach kriogenicznych lub w dużych zbiornikach mogących pomieścić dziesiątki tysięcy litrów gazu płynnego [16].

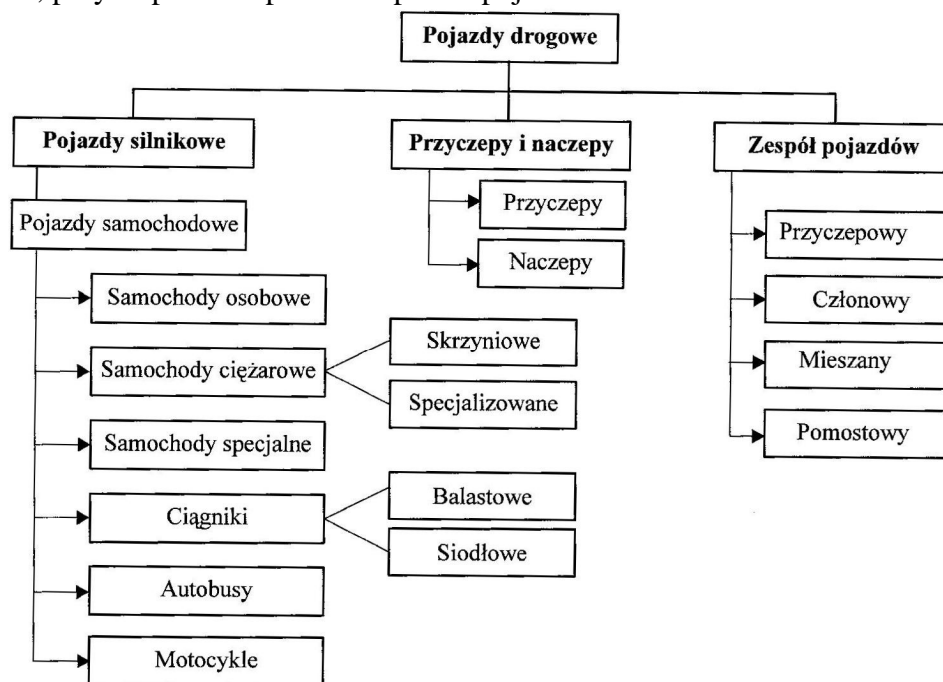
W artykule przedstawiono i omówiono środki transportu służące do przewozu paliw gazowych oraz system kodowania tych pojazdów w transporcie lądowym. Przewóz ten wymaga spełnienia wielu różnorodnych przepisów prawnych oraz wymagań technicznych [2]. Dotyczą one nie tylko samego środka transportu, ale także sposobu transportu [2].

### 1. KLASYFIKACJA OGÓLNA POJAZDÓW DROGOWYCH

Ogólny podział pojazdów drogowych, czyli pojazdów przeznaczonych do poruszania się po drogach publicznych, wyodrębnia następujące grupy pojazdów [7]:

- Pojazdy silnikowe – wszystkie pojazdy wyposażone w silnik z wyjątkiem motorowerów i pojazdów szynowych;
- Pojazdy samochodowe – pojazdy silnikowe, których konstrukcja umożliwia jazdę z prędkością przekraczającą 25 km/h (oprócz ciągnika rolniczego);
- Przyczepy i naczepy – pojazdy drogowe nie wyposażone we własne źródło napędu, przystosowane do ciągnięcia przez pojazdy samochodowe;
- Zespół pojazdów – zespół składający się z pojazdu samochodowego i połączonej z nim przyczepy lub naczepy.

Na rysunku 1 przedstawiono podział pojazdów drogowych z rozwinięciem grup pojazdów silnikowych, przyczep i naczep oraz zespołów pojazdów.



Rys. 1. Klasyfikacja Pojazdów drogowych

Źródło: [7]

Samochód ciężarowy jest samodzielną jednostką transportową o charakterystycznie dobranym nadwoziu, które decyduje o zakresie możliwego do wykonania rodzaju pracy przewozowej [10].

Stąd wyróżnia się samochody ciężarowe o nadwoziu:

- uniwersalnym, umożliwiającym przewóz wszystkich ładunków, poza tymi, które wymagają dostosowań specjalistycznych bądź specjalnych warunków przemieszczania;
- specjalizowanym, przeznaczonym do przewozu wyłącznie ściśle wybranej grupy ładunków, związanej z reguły z konkretną dziedziną produkcji, np. budownictwem, przemysłem przetwórczym czy handlem;
- specjalnym, przeznaczonym do przewozu wyłącznie jednego rodzaju ładunku, wymagającego niezmiennych warunków przemieszczania się bądź służącego wykonywaniu jednego rodzaju czynności (samochody strażackie) [10].

## 2. CYSTERNY I AUTOCYSTERNY

Wybór odpowiedniego środka transportu uzależniony jest od towaru jaki chcemy przewozić, czasu dostawy oraz kosztów usługi przewozowej. Optymalne wykorzystanie przestrzeni ładunkowej naczepy jest istotnym zagadnieniem podczas planowania przewozu towarów z wykorzystaniem transportu samochodowego [3]. Do transportu paliw służą autocysterny i naczepy cysterny, w których pojemność zbiorników może wynosić odpowiednio: 8–20 m<sup>3</sup> i 30–55 m<sup>3</sup> [17]. Jeśli chodzi o naczepy cysterny, największym powodzeniem cieszą się pojazdy o pojemności 48 m<sup>3</sup> [12]. Czas eksploatacji cysterny przewiduje się na okres 15 – 20 lat. Obecnie najczęściej są to konstrukcje wykonane ze stopów aluminium. Takie cysterny są lżejsze od tradycyjnych stalowych o około 2,5 tony. Przekłada się to na zwiększoną pojemność cysterny nawet o 5 m<sup>3</sup>. Oprócz samego zbiornika zamontowanego na pojeździe istotne jest jego wyposażenie w układ dystrybucyjny. Umożliwia on precyzyjne rozliczenie każdej dostawy. Załadunek zbiorników odbywa się za

pomocą pomp zewnętrznych. Do rozładunku cystern służy zamontowana na naczepie pompa napędzana silnikiem hydraulicznym.

Wymagania dotyczące pojazdów przewożących materiały niebezpieczne są ujęte w przepisach Umowy Europejskiej dotyczącej międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych, zwanej ADR (ang. European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road) [7]. Aktualnie obowiązująca wersja Umowy ADR [21] to wersja 2011 – która obowiązuje obligatoryjnie od dnia 1 lipca 2011. Składa się ona z Umowy właściwej oraz załączników A i B, które zawierają przepisy regulujące w szerokim zakresie warunki przewozu poszczególnych materiałów niebezpiecznych w międzynarodowym transporcie samochodowym [8, 21]. Towarem niebezpiecznym jest materiał lub przedmiot (rzecz), który zgodnie z Umową ADR jest niedopuszczony do międzynarodowego przewozu drogowego lub jest dopuszczony do takiego przewozu na warunkach określonych w tej umowie [4].

## 2.1. Rodzaje cystern

Do przewozu materiałów ciekłych, gazowych, sproszkowanych lub granulowanych objętych przepisami ADR mogą być stosowane następujące cysterny [1]:

- cysterny przenośne;
- cysterny stałe (pojazdy-cysterny);
- cysterny odejmowalne;
- kontenery-cysterny;
- pojazdy-baterie;
- wieloelementowe kontenery do gazu MEGC (ang. Multi Element Gas Container).

Gazy klasy 2, ze względu na ich właściwości fizykochemiczne są nadawane do przewozu w postaci sprężonej, skroplonej lub rozpuszczonej. Do ich przewozu używane są cysterny ciśnieniowe o specjalnej konstrukcji. Współczesne zbiorniki transportu samochodowego są konstrukcjami na ogół samonośnymi, dominują wśród nich cysterny-naczepy [6].

Na rysunku 2 przedstawiono autocysternę gazową o symbolu ACG 26 do przewożenia gazu oraz cysternę dostosowaną do nadwozia pojazdu kontenerowego. Autocysterna to pojazd ciężarowy o charakterze transportowo – dystrybucyjnym. Zbiornik takiego pojazdu składa się z takich części składowych jak: właz inspekcyjny, zawór bezpieczeństwa, termometr i barometr, zwór denny fazy ciekłej i gazowej. Zbiornik pokryty jest specjalną powłoką aluminiową, stalową lub ze stali nierdzewnej tworzącą dodatkowy „daszek” zadaniem którego jest ochrona zbiornika przed nadmiernym nagrzaniem.



**Rys. 2.** Autocysterna gazowa ACG 26 i nadwozie wymienne cysterny NWG 26

Źródło: [10]

Cysterna przenośna – multimodalna cysterna o konstrukcji umożliwiającej jej przenoszenie w stanie napełnionym i umieszczanie na pojeździe lub statku, a jej pojemność

jest większa niż  $0,45 \text{ m}^3$  [9]. Przykład nadwozia wymiennego cysterny dostosowanego do nadwozia pojazdu kontenerowego przedstawiono na rysunku 2.

Cysterna stała – cysterna konstrukcyjnie trwale przymocowana do pojazdu (zwana też pojazdem-cysterną) lub stanowiąca nieodłączną część ramy takiego pojazdu, tj. pojazdu samochodowego (autocysterna) lub przyczepy (naczepy) o pojemność większej niż  $1 \text{ m}^3$  [9]. Przykładową cysternę przyczepę stałą pokazano na rysunku 3.



**Rys. 3.** Przyczepa cysterna stała trzyosiowa

Źródło: [19]

Cysterna odejmowalna – to cysterna o pojemności większej niż  $0,45 \text{ m}^3$ , której przemieszczanie odbywa się wyłącznie w stanie opróżnionym. Na rysunku 4 przedstawiono cysternę odejmowalną na podwoziu pojazdu MAN.



**Rys. 4.** Cysterna odejmowalna do transportu paliwa LPG

Źródło: [23]

Kontener-cysterna – urządzenie transportowe odpowiadające określeniu kontenera, zawierające zbiornik wraz z wyposażeniem, przeznaczone do przewozu materiałów ciekłych, gazowych, sproszkowanych lub granulowanych, którego pojemność przekracza  $0,45 \text{ m}^3$  [9]. Dodatkowo może być wyposażony w urządzenia służące do przemieszczania kontenera-

cysterny bez znaczącej zmiany jego orientacji w terenie. Na rysunku 5 przedstawiono kontener-cysternę sprzężoną z ciągnikiem siodłowym.



**Rys. 5.** Pojazd z naczepą typu kontener-cysterna

Źródło: [22]

Na rysunku 6, zaprezentowano kontener-cysternę firmy FIBA NEW FIELD Ltd do transportu gazów skroplonych. Cztery różne modele przenośnych zbiorników kriogenicznych są przeznaczone do przechowywania i transportu skroplonych gazów w tym LIN (skroplony azot), LOX (skroplony tlen), LAR (skroplony argon), LNG, N<sub>2</sub>O, etan, etylen i CO<sub>2</sub>. Ten rodzaj cystern przenośnych może być wykorzystywany do transportu intermodalnego.



**Rys. 6.** Zbiornik kriogeniczny typu kontener-cysterna

Źródło: [15]

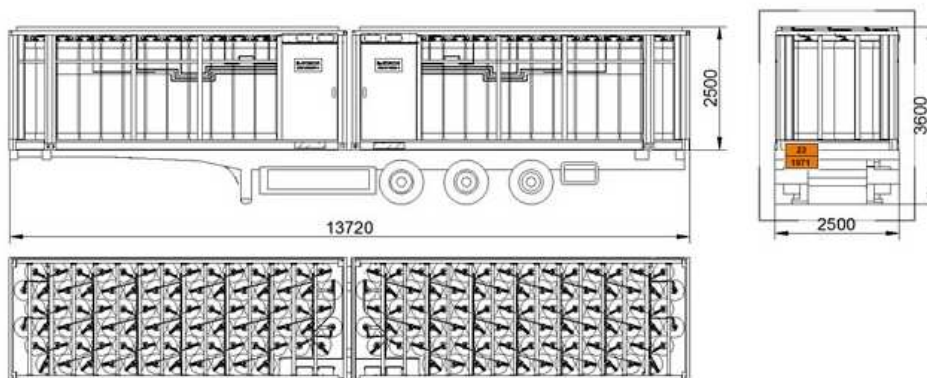
Pojazd-bateria – to pojazd, którego elementy połączone są ze sobą za pomocą wspólnego kolektora i przymocowane na stałe do jednostki transportowej (rysunek 7). W skład pojazdu-baterii wchodzi następujące wyposażenie: butle ciśnieniowe, zbiorniki rurowe, beczki ciśnieniowe spawane, wiązki butli, oraz cysterny o pojemności powyżej 0,45 m<sup>3</sup> przeznaczone do przewozu materiałów klasy 2. Bateria gazowa składa się z zespołu butli, do

których włączany jest gaz pod ciśnieniem  $30 \div 35$  MPa [5]. Zaletą pojazdu-baterii jest jego duża mobilność, pozwala to na wykorzystanie go tam gdzie nie ma sieci gazowej. Zasadniczą wadą tego typu rozwiązania jest mała pojemność zbiorników zainstalowanych na pojeździe.



**Rys. 7.** Pojazd-bateria na podwoziu samochodu ciężarowego

Źródło: [20]



**Rys. 8.** Wielelementowy kontener do gazu (MEGC) oraz schemat rozmieszczenia ładunku

Źródło: [18]

Wielelementowy kontener do gazu (MEGC) – kontener składający się z elementów połączonych ze sobą kolektorem i umocowanych w ramie; elementami są butle, zbiorniki rurowe, wiązki butli, beczki ciśnieniowe i cysterny, przeznaczone do przewozu gazów klasy 2

i o pojemności przekraczającej 0,45 m<sup>3</sup> [9]. Przykładowy pojazd i jego schematyczne ujęcie przedstawiono na rysunku 8.

Na rysunku 9, przedstawiono trzyosiową naczepę cysternę, z widocznym na całej długości daszkiem, do transportu płynnego gazu LPG. Daszek nad cysterną zapewnia ochronę przed nadmiernym nagrzewaniem zbiornika. Zdolność transportowa pojazdów cysternowych wynosi od 5 do 22 ton skroplonego gazu [23]. Do transportu gazu LPG i innych popularnych mieszanin najczęściej stosowane są jednowarstwowe zbiorniki o grubości ścianki płaszcza równej 10 mm. Istnieją dwie odmiany naczep cystern. Jedną odmianą to cysterny ze zbiornikiem cylindrycznym na całej długości cysterny oraz ze zbiornikiem o przekroju zmniejszonym w części na siodłem w stosunku do części tylnej cysterny tzw. „łabędzia szyja”.



**Rys. 9.** Naczepa cysterna do transportu płynnego gazu LPG, typu łabędzia szyja

Źródło: Fotografia Agata Gniecka-Caban

Bardziej złożoną budową charakteryzują się zbiorniki do transportu LNG (ang. Liquefied Natural Gas). Konstrukcja takiej cysterny składa się z dwóch zbiorników umieszczonych jeden w drugim. Oba zbiorniki są izolowane termicznie w taki sposób, aby nie powstawały mostki termiczne w konstrukcji cysterny.

### 3. KODOWANIE I OZNACZANIE CYSTERN

Każda cysterna i autocysterna posiada swój kod literowy. Przykładowe kodowanie cysterny PXBN oznacza, że jest to cysterna przeznaczona do przewozu gazów skroplonych lub gazów rozpuszczonych (P), o określonej wartości minimalnego odpowiedniego ciśnienia próbnego (X), z dolnymi otworami do napełniania i rozładunku z trzema zamknięciami (B) i z zaworami bezpieczeństwa, która nie jest zamknięta hermetycznie (N).

Kody cystern zostały podzielone na cztery części i są wykorzystywane do przewozu gazów klasy 2.

Część 1 określa typy cystern oznaczonych poniższymi literami:

C – cysternę, pojazd-baterię i MEGC do gazów sprężonych;

P – cysternę, pojazd-baterię i MEGC do gazów skroplonych lub rozpuszczonych;

R – cysternę do gazów skroplonych schłodzonych.

Część 2 określa wartości ciśnienia obliczeniowego oznaczone:

X – wartość minimalnego ciśnienia próbnego;

22 – minimalne ciśnienie obliczeniowe w barach.

Część 3 określa usytuowanie otworów napełniających i opróżniających w cysternie oznaczone literami:

B – cysternę z otworami do napełniania i opróżniania, umieszczonymi w dolnej jej części, z trzema zamknięciami albo pojazd-baterię lub MEGC z otworami poniżej poziomu cieczy lub gazu sprężonego;

C – cysternę z otworami do napełniania i opróżniania umieszczonymi w górnej jej części, z trzema zamknięciami, które znajdują się z otworami wyczystkowymi poniżej powierzchni cieczy;

D – cysternę z otworami do napełniania i opróżniania, umieszczonymi w górnej jej części, z trzema zamknięciami albo pojazd-baterię lub MEGC bez otworów poniżej powierzchni cieczy.

Część 4 określa zawory/urządzenia bezpieczeństwa oznaczone literami:

N – cysternę, pojazd-baterię lub MEGC z zaworem bezpieczeństwa, zawór, który nie jest zamykany hermetycznie;

H – cysternę, pojazd-baterię lub MEGC zamykaną hermetycznie.

## **PODSUMOWANIE**

Zwiększająca się liczba pojazdów samochodowych zasilanych różnymi paliwami alternatywnymi (np. LPG, LNG), wymusza rozwój środków transportu do przewozu paliw gazowych. Z uwagi na gęstą sieć stacji tankowania gazu LPG oraz stały wzrost zapotrzebowania na inne rodzaje paliw gazowych zwiększa się zapotrzebowanie na różnorodne pojazdy do transportu tego typu paliw.

Podsumowując, należy stwierdzić, że transport materiałów niebezpiecznych za pomocą różnego rodzaju cystern jest intensywnie rozwijany. Zaprezentowany przekrój dostępnych na rynku pojazdów specjalizowanych, przeznaczonych do tego transportu wskazuje na bardzo szeroki asortyment środków technicznych służących do przewozu danego rodzaju paliwa gazowego.

Transport paliw gazowych jest bardzo złożonym zagadnieniem technicznym i logistycznym. Dlatego też wymagane jest zarówno odpowiednie przygotowanie personelu jak i wyposażenie środków transportu służących temu celowi. Dodatkowym problemem dla przedsiębiorstw zajmujących się tego typu transportem jest konieczność przestrzegania szczegółowych przepisów międzynarodowych i krajowych [11] obowiązujących w transporcie towarów niebezpiecznych.

Współczesny przemysł jak i rozwój motoryzacji wymaga coraz większej ilości surowców, półproduktów gazowych oraz paliw i innych substancji chemicznych dostarczanych za pomocą transportu drogowego. Ciągły wzrost ilości przewożonych materiałów niebezpiecznych spowodował, że zarówno ustawodawca jak i producent wyspecjalizowanych środków transportowych, zwracają coraz większą uwagę na konieczność wprowadzania takich regulacji prawnych i organizacyjnych oraz rozwiązań konstrukcyjnych wprowadzanych na rynek środków transportowych i ich wyposażenia, które zapewniają coraz wyższy poziom bezpieczeństwa w transporcie tych materiałów. Co za tym idzie producenci cystern i autocystern są zmuszeni do stałego udoskonalania swoich konstrukcji oraz dostosowania ich do nowych wymagań legislacyjnych.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Bębnowski J.: *Przewóz towarów niebezpiecznych, materiały szkoleniowe*. Wydawnictwo Tarbonus, Kraków 2008.
2. Drożdziel P., Kowalik K., Sykut B.: *Wybrane aspekty transportu odpadów komunalnych*. Logistyka 2011, nr 6, s. 735-742.
3. Drożdziel P., Kordos P., Siłuch D.: *Koncepcja przegrody przesuwnej do naczepy furgonowej*. Logistyka 2012, nr 3, s. 507-511.



4. Dyb J., Miś R., Zawadzki T.: *Eksploatacja stacji LPG*. Wyd. KaBe, Krosno 2006.
5. Lejda K., Urbanik M.: *Stacje tankowania pojazdów sprężonym gazem ziemnym (CNG) – uwarunkowania techniczne. Systemy i środki transportu samochodowego, wybrane zagadnienia*. Seria Transport 2011, nr 2, Rzeszów 2011, s. 207-216.
6. Mangucki K.: *Wytrzymałość i optymalizacja zbiorników cienkościennych*. PWN, Warszawa 1998.
7. Prochowski L., Żuchowski A.: *Samochody ciężarowe i autobusy. Pojazdy Samochodowe*. WKiŁ, Warszawa 2011.
8. Progorowicz H.: *Badania techniczne pojazdów przewożących towary niebezpieczne w świetle obowiązujących przepisów w Polsce. Systemy i środki transportu samochodowego, wybrane zagadnienia*. Seria Transport 2011, nr 2, Rzeszów 2011, s. 223-230.
9. Pusty T.: *Przewóz towarów niebezpiecznych, poradnik kierowcy*. WKiŁ, Warszawa 2009.
10. Rydzikowski W., Wojewódzka-Król K.: *Transport*. PWN, Warszawa 2009.
11. USTAWA z dnia 19 sierpnia 2011 r. o przewozie towarów niebezpiecznych [http://orka.sejm.gov.pl/proc6.nsf/ustawy/4167\\_u.htm](http://orka.sejm.gov.pl/proc6.nsf/ustawy/4167_u.htm) 6 sierpnia 2013.
12. Wójtowicz K.: *Pod ciśnieniem*. Truck & Van 2013, nr 2 (23), s. 22-24.
13. <http://bclds.pl/cysterny-gazowe.html> 28 lipca 2013.
14. [http://pl.wikipedia.org/wiki/Cysterna\\_\(transport\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Cysterna_(transport)) 9 lipiec 2013.
15. <http://www.fnfgas.com/products/portable-cryogenic-tanks/> 6 sierpnia 2013.
16. [http://www.linde-gaz.pl/pl/products\\_and\\_supply/supply\\_modes/bulk\\_supply.html](http://www.linde-gaz.pl/pl/products_and_supply/supply_modes/bulk_supply.html) 26 lipca 2013.
17. <http://www.motoleasing.pl/index.php?goto=11&cat=1,8,43,45&art=126> 26 lipca 2013.
18. <http://www.stako.pl> 9 lipiec 2013.
19. <http://www.szumlakowski.pl/cysterny/?autocysterny-paliwa,6> 26 lipca 2013.
20. <http://www.towary-niebezpieczne.pl> 26 maja 2013.
21. <http://www.transport.gov.pl/2-4de8cc8fb0729.htm> 6 sierpnia 2013.
22. <http://www.truck-spotters.eu/index.php?topic=796.0> 26 lipiec 2013.
23. <http://www.vpsr.cz/autocysterny-do-transportu-lpg> 26 lipiec 2013.

## THE CHARACTERISTICS OF VEHICLES FOR THE TRANSPORT OF GAS FUELS

### *Abstract*

*Gas fuels transportation is technically and logistically a very complex issue. This paper presents and briefly characterizes means of transport for the transport of gas fuels. Presented vehicles available on the market enabling appropriate selection of specialized structural solutions for a specific type of fuel gas transported. The article draws attention to the construction of cisterns and tank trucks as well as a marking and coding system of these vehicles in road traffic.*

### **Autorzy:**

mgr inż. **Jacek Caban** – Instytut Transportu, Silników Spalinowych i Ekologii, Politechnika Lubelska, [j.caban@pollub.pl](mailto:j.caban@pollub.pl)

Prof. dr hab. inż. **Henryk Komsta** – Instytut Transportu, Silników Spalinowych i Ekologii, Politechnika Lubelska, [h.komsta@pollub.pl](mailto:h.komsta@pollub.pl)

Dr inż. **Ján Vrabel** – Department of Road and Urban Transport, Faculty of Operation and Economics of Transport and Communications, University of Žilina, [jan.vrabel@fpedas.uniza.sk](mailto:jan.vrabel@fpedas.uniza.sk)