

# Ocena ryzyka transportu paliwa lotniczego z wykorzystaniem metody Risk Score

**Kaja Polkowska**

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: kajapolkowska261@gmail.com

**Klaudia Budna** 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: klaudia.budna@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0010

## Streszczenie

Przewóz paliwa lotniczego stanowi jeden z kluczowych elementów funkcjonowania transportu lotniczego, odgrywając istotną rolę w zapewnieniu ciągłości i bezpieczeństwa operacji lotniczych. Ze względu na właściwości fizykochemiczne paliwa lotniczego oraz specyfikę jego transportu i obsługi, proces ten wiąże się z występowaniem licznych zagrożeń technicznych, operacyjnych i środowiskowych. Celem niniejszego artykułu jest identyfikacja głównych zagrożeń związanych z przewozem paliwa lotniczego oraz przeprowadzenie oceny ryzyka tych zagrożeń. Charakterystyka zagrożeń została opracowana na podstawie przeglądu literatury naukowej oraz stron internetowych. Analizę ryzyka przeprowadzono z wykorzystaniem metody Risk Score, umożliwiającej jakościową ocenę poziomu ryzyka oraz wskazanie obszarów wymagających działań korygujących i zapobiegawczych. Uzyskane wyniki mogą stanowić istotne wsparcie dla podmiotów odpowiedzialnych za transport i obsługę paliwa lotniczego, przyczyniając się do poprawy bezpieczeństwa oraz optymalizacji procesów logistycznych w lotnictwie.

## Słowa kluczowe

paliwo lotnicze, ładunki niebezpieczne, Risk Score

## Wstęp

Transport stanowi jedną z ważniejszych gałęzi gospodarczych, a także jest jednym z istotnych czynników w rozwoju współczesnych państw. Dążenie do tworzenia coraz sprawniejszych systemów transportowych, wyposażonych w efektywną infrastrukturę oraz opartych na doskonalonych zasadach funkcjonowania, jest obecnie jednym z głównych wyzwań rozwojowych [Kopczewski i Nowacki, 2019, s. 49]. Jednym z wymagających ładunków do przewozu są materiały niebezpieczne, które są realizowane przez różne środki transportu. Organizacja transportu ładunków niebezpiecznych jest szczególnie ważna oraz liczy się z wieloma przeszkodami i zagrożeniami. Zarówno musi zgadzać się z obowiązującymi przepisami oraz nie stwarzać ryzyka dla otoczenia zewnętrznego [Kociemba, 2025, s. 128].

W przypadku transportu materiałów niebezpiecznych, ich właściwości mogą prowadzić do poważnych skutków środowiskowych oraz dla życia i zdrowia człowieka, a także dóbr materialnych. Z tego względu przewóz ładunków niebezpiecznych podlega licznym regulacjom, takiej jak umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR), która określa wymagania dotyczące klasyfikacji, odpowiedniego opakowania, oznakowania, środków transportu oraz procedur wykonywania operacji ładunkowych.

Celem niniejszego artykułu jest przeprowadzenie analizy ryzyka w procesie przewozu paliwa lotniczego z wykorzystaniem metody Risk Score. W artykule dokonano identyfikacji zagrożeń na poszczególnych etapach procesu (załadunek, transport, rozładunek), oceny ich prawdopodobieństwa, skutków oraz ekspozycji, a następnie wyznaczono poziom ryzyka i zaproponowano wybrane środki ograniczające to ryzyko.

### 1. Pojęcie ładunków niebezpiecznych oraz ich klasyfikacja

Transport jest to proces przemieszczania osób lub ładunków za pomocą odpowiednich środków transportu oraz świadczeniu związanych z tym usług dodatkowych [Brodzik, 2020, s.16]. Wraz z rozwojem przewozów coraz bardziej wzrasta znaczenie bezpieczeństwa przewożonych ładunków oraz otoczenia zewnętrznego. Głównie dbałość o ochronę materiałów przewożonych, ale również ludzi i całego środowiska nabiera szczególnego znaczenia w przypadku przewozu materiałów niebezpiecznych [Kurowski, 2015, s. 101].

Materiały niebezpieczne stanowią szczególną kategorię ładunków, które można definiować jako substancje, które ze względu na swoje właściwości chemiczne, fizyczne lub biologiczne w przypadku zastosowania nieodpowiednich zasad w czasie

całego procesu przewozu materiałów mogą stwarzać zagrożenie dla zdrowia, życia, środowiska naturalnego bądź uszkodzenia innych dóbr materialnych [Muślewski i in., 2014, s. 7713].

Towary niebezpieczne podlegają szczegółowej klasyfikacji opartej na jasno zdefiniowanych kryteriach, które znajdują odzwierciedlenie w międzynarodowych regulacjach transportowych. Zgodnie z wytycznymi Komitetu Ekspertów ONZ, materiały te zostały uporządkowane w dziewięć klas, odzwierciedlających charakter i skalę potencjalnego zagrożenia. System ten stanowi podstawę globalnych standardów dotyczących oznakowania, pakowania oraz bezpiecznego przemieszczania ładunków niebezpiecznych. Jednocześnie pozostaje w pełni zgodny z rozwiązaniami stosowanymi w przepisach sektorowych poszczególnych gałęzi transportu, gdzie wyróżnia się łącznie trzynaście klas [Skowrońska i Suchecki, 2022, s. 4].

Ważnym elementem klasyfikacji towarów niebezpiecznych jest przypisanie danego materiału lub przedmiotu zawierającego materiał niebezpieczny, do odpowiedniej klasy oraz grupy pakowania. W umowie ADR zostały zawarte trzy grupy pakowania [<https://dziennikustaw.gov.pl>, 04.12.2025]:

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

Określenie klasy odbywa się na podstawie dominującego rodzaju zagrożenia, jakie stwarza dany towar, przy czym zagrożenie to musi odpowiadać kryteriom klasyfikacyjnym przewidzianym dla danej kategorii [<https://www.plk-sa.pl>, 11.12.2025].

W związku z tym, na podstawie przepisów Umowy europejskiej dotyczącej międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR) oraz krajowych regulacji odnoszących się do przewozu drogowego, dokonuje się klasyfikacji towarów niebezpiecznych. Wyróżnia się dziewięć podstawowych klas materiałów i przedmiotów stwarzających zagrożenie [<https://dziennikustaw.gov.pl>, 04.12.2025]:

- Klasa 1      Materiały wybuchowe i przedmioty z materiałami wybuchowymi
- Klasa 2      Gazy
- Klasa 3      Materiały zapalne ciekłe
- Klasa 4.1    Materiały zapalne stałe, materiały samoreaktywne, materiały polimeryzujące i materiały wybuchowe odczulone stałe
- Klasa 4.2    Materiały podatne na samozapalenie
- Klasa 4.3    Materiały wydzielające w zetknięciu z wodą gazy palne
- Klasa 5.1    Materiały utleniające
- Klasa 5.2    Nadtlenki organiczne
- Klasa 6.1    Materiały trujące

Klasa 6.2	Materiały zakaźne
Klasa 7	Materiały promieniotwórcze
Klasa 8	Materiały żrące
Klasa 9	Różne materiały i podmioty niebezpieczne

Za prawidłową klasyfikację towaru do odpowiedniej klasy nie odpowiada przewoźnik lub kierowca, jednakże obowiązek ten spoczywa na głównym importerze, producencie, nadawcy ładunku. W szczególnych przypadkach zadania związane z klasyfikacją oraz oceną ryzyka mogą zostać powierzone doradcy do spraw bezpieczeństwa w transporcie towarów niebezpiecznych (DGSA) [Bielecki i Nieśpiałowski, 2017, s. 59].

W przepisach Umowy ADR każdy towar lub grupa towarów niebezpiecznych posiada indywidualny, czterocyfrowy numer identyfikacyjny. Określa się go jako numer UN (ONZ) lub numer identyfikacyjny materiału. Poszczególne cyfry tego oznaczenia co do zasady nie mają samodzielnego znaczenia, z wyjątkiem sytuacji, gdy numer rozpoczyna się od zera – wówczas wskazuje on na przynależność do klasy 1 (materiały i przedmioty wybuchowe). Dysponowanie numerem UN umożliwia sprawne odszukanie wszystkich wymagań dotyczących przewozu danego ładunku. Z tego względu numer ten stanowi podstawową informację o materiale lub przedmiocie dla wszystkich uczestników procesu transportowego [Kokociński, 2009, s. 20].

## 2. Obowiązujące przepisy i regulacje związane z transportem ładunków niebezpiecznych

Transport ładunków niebezpiecznych jest szczególny, dlatego wymaga dokładnych regulacji oraz jednolitych zasad obowiązującej na arenie międzynarodowej. Przepisy te zawarte są w następujących umowach międzynarodowych [Gregorczyk i in., 2025, s. 12]:

**Tab. 1.** Zestawienie umów międzynarodowych do danych rodzajów przewozu materiałów niebezpiecznych

Rodzaj przewozu materiałów niebezpiecznych	Rodzaj umowy
Drogowy	Umowa dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR)
Kolejowy	Regulamin dla międzynarodowego przewozu kolejowego towarów niebezpiecznych (RID)

Rodzaj przewozu materiałów niebezpiecznych	Rodzaj umowy
Śródlądowy	Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu śródlądowym drogami wodnymi towarów niebezpiecznych (ADN)
Morski	Międzynarodowy Kodeks Morski Towarów Niebezpiecznych (IMDG Code)
Lotniczy	Instytucje Techniczne Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego dotyczących bezpiecznego transportu towarów niebezpiecznych drogą lotniczą (ICAO TI)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Gregorczyk i in., 2025, s. 12].

Najważniejszym aktem prawnym w tym zakresie jest umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR) [Kopczewski i Nowacki, 2019, s. 50]. Została sporządzona w Genewie 30 września 1957 roku. Sporządzony dokument jest obszerny, ponieważ obejmuje swoim zakresem wiele zagadnień związanych z bezpieczeństwem przewozu substancji, które mogą stwarzać zagrożenie. Składa się z umowy właściwej, określającej relacje prawne między państwami-stronami, oraz z załączników A i B, które są jej integralną częścią [<https://www.gov.pl/>, 11.12.2025]. Załącznik A zawiera jedno z kluczowych obszarów uregulowanych w Umowie ADR, czyli klasyfikacja towarów niebezpiecznych, stanowiąca podstawę do doboru właściwych opakowań, środków transportu oraz zasad oznakowania i postępowania z ładunkiem [<https://www.janosowski.pl/>, 29.12.2025]. W załączniku B zawiera przepisy dotyczące [Kutyło i in., 2019, s. 12]:

- wymagań konstrukcyjnych i dopuszczenia do ruchu pojazdów (w tym przyczep, cystern, kontenerów oraz kontenerów-cystern);
- wyposażenia pojazdów;
- wymagań stawianych załodze pojazdu i innym uczestnikom przewozu;
- zakres dokumentacji przewozowej;
- zasad nadzorowania pojazdów, w tym ograniczeń przejazdu przez tunele.

W celu ograniczenia zagrożeń oraz zapewnienia bezpieczeństwa osobom zaangażowanym w obsługę ładunków niebezpiecznych, innym użytkownikom dróg, a także środowisku naturalnemu, przemieszczanie tego typu ładunków zostało objęte szeregiem ograniczeń prawnych, technicznych i organizacyjnych. Wojtczuk podkreśla, że transport materiałów niebezpiecznych wiąże się z wysokim prawdopodobieństwem wystąpienia sytuacji zagrażających bezpieczeństwu. Dlatego konieczne jest istnienie szczegółowych przepisów, których celem jest minimalizacja ryzyka związanego z przemieszczaniem tego rodzaju towarów [Wojtczuk, 2024,

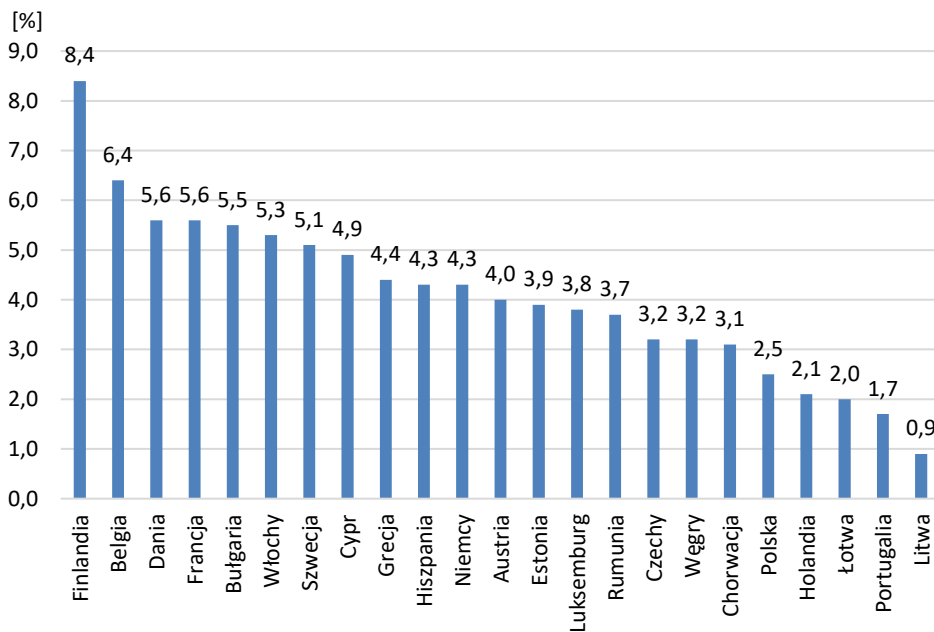
s. 63]. Główne regulacje odnoszą się w szczególności do dopuszczania towarów niebezpiecznych do przewozu, ich prawidłowego opakowania, wymagań kwalifikacyjnych wobec pracowników, właściwego doboru środków transportu, a także zasad organizacji i realizacji całego procesu przewozowego [Muślewski i in., 2014, s. 7714-7715].

### **3. Główne zagrożenia i wyzwania związane z przewozem ładunków niebezpiecznych**

Według statystyk oraz dostępnych opracowań ładunki niebezpieczne stanowią w Polsce około 10-15% ogólnej wielkości przewozów [Domagała i Rymsha, 2021, s. 15]. Szacunki Najwyższej Izby Kontroli, wskazują, że rocznie przewozi się ok. 150 mln ton ładunków niebezpiecznych, natomiast po polskich drogach codziennie porusza się około 20 tysięcy pojazdów z tego typu ładunkiem [Walendzik i in., 2021, s. 16]. Struktura przewozów jest silnie zdominowana przez transport lądowy, który odpowiada za ok. 88-90% przewozów ładunków niebezpiecznych, podczas gdy kolej realizuje ok. 8-10% [Lasota i in., 2024, s. 134]. Według danych Urzędu Transportu Kolejowego w 2023 roku samą koleją przewieziono około 32 mln ton ładunków niebezpiecznych (ok. 14% całej masy ładunków kolejowych), a w 2024 r. aż 32,5 mln ton [<https://utk.gov.pl/>, 23.12.2025]. Przedstawione statystyki potwierdzają otrzymującą się wysoką skalę przewozu materiałów niebezpiecznych.

W Polsce najczęściej przewozi się towary niebezpieczne związane z sektorem paliwowo – energetycznym oraz przemysłem chemicznym. Niezbędne są do zasilania transportu, ogrzewania budynków oraz realizacji procesów technologicznych w gospodarce. Największy udział w przewozie materiałów niebezpiecznych według masy jest klasa materiałów zapalnych ciekłych (68%). Natomiast poza nimi również wysoki udział w przewozie mają różne materiały i przedmioty niebezpieczne (11%) oraz gazy (9,2%) [<https://utk.gov.pl/>, 04.01.2026].

Innym zestawieniem wyróżnia się udział przewozów ładunków niebezpiecznych transportem drogowym poszczególnych państw Unii Europejskiej. Według danych Europejskiego Urzędu Statystycznego - można zauważyć, iż w 2024 roku największe wartości w przewozie ładunków niebezpiecznych odnotowano dla państw Finlandii (8,4%), Belgii (6,4%), Danii oraz Francji (po 5,6%) [<https://ec.europa.eu/eurostat>, 04.01.2026].



Rys. 1. Transport towarów drogowych towarów niebezpiecznych w 2024 roku

Źródło: opracowanie własne na podstawie [<https://ec.europa.eu/Eurostat>, 04.01.2026].

W skali Unii Europejskiej dominują przewozy materiałów zapalnych ciekłych, które stanowią ponad 50% przewożonych materiałów w tym obszarze. Drugim, co do wielkości transportu są gazy (około 14 %), natomiast trzecią substancje żrące (10%) [Nowacki i in., 2016, s. 145]. Materiały zapalne ciekłe, gazy oraz substancje żrące stanowią trzy czwarte drogowego transportu ładunków niebezpiecznych w Unii Europejskiej, co podkreśla znaczącą ich rolę w prawidłowym działaniu i zapotrzeniu gospodarki europejskiej [Nowacki i in., 2016, s. 145].

W przypadku materiałów niebezpiecznych można wyróżnić wiele zagrożeń każdym etapie procesu - od załadunku, transport aż po ich rozładunek. Może dojść do wystąpienia zagrożeń wybuchowych, toksycznych bądź pożarowych, które mogą skutkować m. in. utratą zdrowia lub życia znacznej liczby osób, koniecznością przeprowadzenia ewakuacji ludności z obszarów zagrożonych, powstaniem strat materialnych, a także degradacją środowiska [Dobrzyńska, 2013, s. 2-3].

W większości przypadków nawet najbardziej rygorystyczne przepisy regulujące transport ADR nie są w stanie całkowicie wyeliminować ryzyka. Pomimo rozbudowanych wymagań prawnych nadal dochodzi do zdarzeń niebezpiecznych

dla otoczenia. Głównymi zagrożeniami w przewozie ładunków niebezpiecznych są [<https://pienkowski-consulting.pl>, 18.12.2025], [Brodzik, 2020, s. 19]:

- niezgodność transportu z wymaganiami ADR;
- zły stan techniczny opakowań i jednostek ładunkowych;
- zły stan techniczny środka transportu;
- nieprawidłowe zabezpieczenie ładunku;
- brak zapewnionego lub brak ważnego odpowiedniego szkolenia kierowcy o przewozie materiałów niebezpiecznych;
- ignorowanie procedur bezpieczeństwa;
- nieadekwatna reakcja w sytuacji awaryjnej, w tym brak lub niewłaściwe oznakowanie miejsca zdarzenia, utrudniające prowadzenie akcji ratowniczej;
- niekorzystne warunki atmosferyczne ograniczające widoczność i przyczepność pojazdów;
- zły stan techniczny infrastruktury drogowej oraz jej niewystarczające oznakowanie;
- nieodpowiednie wyposażenie punktów przeładunkowych;
- kolizje drogowe wynikające z błędów kierowcy;
- nieprecyzyjna organizacja transportu ładunków niebezpiecznych;
- niewystarczające zabezpieczenie obiektów przeładunkowych przed przedostawaniem się uwolnionych substancji niebezpiecznych do środowiska naturalnego.

Wszystkie zagrożenia bezpośrednio przekładają się na rodzaj i skalę skutków zdarzeń z udziałem ładunków niebezpiecznych. W ich następstwie dochodzi do wystąpienia skutków zagrożeń wybuchowych, toksycznych, pożarowych, korozyjnych, promieniotwórczych i biologicznych, których skutki odczuwalne są zarówno przez uczestników ruchu drogowego, jak i mieszkańców obszarów położonych w sąsiedztwie trasy przewozu [Brodzik, 2020, s. 19].

Konsekwencje tych zdarzeń mogą mieć charakter wielowymiarowy. Może stanowić zagrożenie zarówno dla człowieka, jak i środowiska. W następstwie awarii, kolizji lub niewłaściwej obsługi może dojść do wybuchu, pożaru, wycieku substancji toksycznych, żrących czy promieniotwórczych, co skutkuje bezpośrednim zagrożeniem życia i zdrowia ludzi (zatrucia, oparzenia, uszkodzenia narządów, działanie uczulające i drażniące) oraz zwierząt. Jednocześnie uwolnione substancje mogą przenikać do gleby oraz wód powierzchniowych i podziemnych, powodując ich skażenie, degradację ekosystemów oraz długotrwałe konsekwencje środowiskowe i gospodarcze. Innymi zagrożeniami mogą również być utrata pracy w związku z brakiem umiejętności przewozu towarów niebezpiecznych, jak też

może powodować do znacznych strat materialnych lub znacznych utrudnień w ruchu drogowym. Skala zidentyfikowanych zagrożeń potwierdza konieczność ścisłego przestrzegania przepisów ADR oraz konsekwentnego doskonalenia systemów zarządzania bezpieczeństwem w przewozach ładunków niebezpiecznych [https://danwoj.pl/, 29.12.2025].

#### 4. Metodyka badań

Celem przeprowadzenia badań jest ocena poziomu ryzyka związanego z realizacją przewozu paliwa lotniczego wykorzystywany do silników turbinowych z wykorzystaniem metody Risk Score oraz wskazanie działań korygujących lub doskonalących. Metoda Risk Score jest to jakościowa metoda oceny ryzyka, która pozwala ocenić zagrożenia w danym procesie. Obejmuje ona określenie prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia, ekspozycji na zagrożenie oraz potencjalnych skutków jego wystąpienia [Chrzan i Chrzan, 2017, s. 49].

#### 5. Wyniki badań

Pierwszym etapem przeprowadzonych badań było określenie zagrożeń w przewozie paliwa lotniczego w poszczególnych procesach transportowych (tabela 2). Identyfikacja zagrożeń objęła kluczowe etapy: załadunek, transport oraz rozładunek. W każdym z nich wyróżniono zarówno zagrożenia techniczne, jak i błędy ludzkie. Dodatkowo uwzględniono czynniki związane z jakością paliwa oraz wpływu warunków zewnętrznych.

**Tab. 2.** Zagrożenia przewozu paliwa lotniczego w poszczególnych etapach procesu

Proces	Zagrożenia
Załadunek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży załadunkowych;</li> <li>• Zapłon paliwa lub jego oparów w obecności źródła zapłonu;</li> <li>• Rozprysk paliwa na pracowników;</li> <li>• Błędy operacyjne wynikające z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku;</li> </ul>
Transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolidzja drogowa lub wywrócenie pojazdu;</li> <li>• Uszkodzenia konstrukcji zbiornika lub elementów mocujących;</li> <li>• Niekorzystne warunki atmosferyczne dla przewożonego towaru;</li> <li>• Niewłaściwy dobór trasy przejazdu;</li> </ul>
Rozładunek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zawilgocenie lub zanieczyszczenie mechaniczne paliwa;</li> <li>• Niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej;</li> </ul>

Proces	Zagrożenia
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rozlanie paliwa w wyniku nieszczelności instalacji rozładunkowej lub przepelnienia zbiornika odbiorczego;</li> <li>Niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku.</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne.

Następnie określono prawdopodobieństwo, skutki i ekspozycję na zagrożenia stosując metodę Risk Score (tabela 3, 4 i 5). W ocenie prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia przypisano opis oraz wartość liczbową w skali od 0,5 (bardzo niskie prawdopodobieństwo) do 10 (bardzo wysokie prawdopodobieństwo) (tabela 3).

**Tab. 3.** Ocena prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożeń metodą Risk Score

Lp.	Zagrożenie	Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożeń	
		Opis	Wartość
1.	Wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży	Bardzo prawdopodobne	10
2.	Zapłon paliwa lub oparów przy obecności źródła zaptunu	Możliwe do pomyślenia	0,5
3.	Rozprysk paliwa na pracowników	Mało prawdopodobne, ale możliwe	3
4.	Błędy operacyjne wynikające z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku	Całkiem możliwe	6
5.	Kolizja drogowa lub wywrócenie pojazdu	Tylko sporadycznie możliwe	1
6.	Uszkodzenia konstrukcji zbiornika lub elementów mocujących	Możliwe do pomyślenia	0,5
7.	Niekorzystne warunki atmosferyczne	Całkiem możliwe	6
8.	Niewłaściwy dobór trasy przejazdu	Mało prawdopodobne, ale możliwe	3
9.	Zawilgocenie lub zanieczyszczenia mechaniczne paliwa	Tylko sporadycznie możliwe	1
10.	Niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej	Całkiem możliwe	6
11.	Rozlanie paliwa	Mało prawdopodobne, ale możliwe	3

Lp.	Zagrożenie	Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożeń	
		Opis	Wartość
	(np. nieszczelność instalacji rozładunkowej lub przepełnienia zbiornika odbiorczego)		
12.	Niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku	Całkiem możliwe	6

Źródło: opracowanie własne.

Najwyższe prawdopodobieństwo występuje przy zagrożeniu wycieku paliwa podczas podłączania lub odłączania węży (wartość 10). Oznacza to, że etap wykonywany jest często, zatem jest narażony na zużycie i nieprzewidywalne awarie. Dodatkowo, duże prawdopodobieństwo zaistnienia mają zagrożenia wynikające z błędów ludzkich (np. nieprzestrzeganie procedur załadunku, niestosowanie środków ochrony indywidualnej). Natomiast najniższe wartości prawdopodobieństwa przypisano zdarzeniom uznanym za sporadyczne lub trudne do przewidzenia, takim jak zapłon paliwa, poważne uszkodzenie środka transportu czy zanieczyszczenie paliwa, które wymagają jednoczesnego zaistnienia kilku niekorzystnych czynników.

Następnie dokonano analizy oceny skutków zagrożeń (tabela 4). Każdemu zagrożeniu przypisano wartość zgodnie ze skalą od 3 (średni skutek) do 100 (poważna katastrofa).

Tab. 4. Ocena skutków zagrożeń metodą Risk Score

Lp.	Zagrożenie	Skutki zagrożeń	
		Strata	Wartość
1.	Wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży	Średnia	3
2.	Zapłon paliwa lub oparów przy obecności źródła zapłonu	Poważna katastrofa	100
3.	Rozprysk paliwa na pracowników	Duża	7
4.	Błędy operacyjne wynikające z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku	Bardzo duża	15
5.	Kolizja drogowa lub wywrócenie pojazdu	Katastrofa	40
6.	Uszkodzenia konstrukcji zbiornika lub elementów mocujących	Bardzo duża	15

Lp.	Zagrożenie	Skutki zagrożeń	
		Strata	Wartość
7.	Niekorzystne warunki atmosferyczne	Bardzo duża	15
8.	Niewłaściwy dobór trasy przejazdu	Średnia	3
9.	Zawilgocenie lub zanieczyszczenia mechaniczne paliwa	Bardzo duża	15
10.	Niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej	Duża	7
11.	Rozlanie paliwa (np. nieszczelność instalacji rozładunkowej lub przepełnienia zbiornika odbiorczego)	Średnia	3
12.	Niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku	Duża	7

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wykazała, iż poważną katastrofę stanowi zapłon paliwa lub oparów przy obecności źródła zapłonu (wartość 100). Wysoko również oceniono zagrożenie związane z kolizją drogową lub wywróceniem pojazdu (wartość 40). Natomiast najniżej oceniono skutki zagrożenia jak wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży, niewłaściwy dobór trasy przejazdu oraz rozlanie paliwa (wartość po 3).

W kolejnym etapie została przeprowadzona ocena ekspozycji na zagrożenie. Rozumiane jest jako częstotliwość występowania określonego zdarzenia w rzeczywistych warunkach pracy systemu. Zgodnie z metodą Risk Score każdemu zagrożeniu przypisano odpowiedni poziom ekspozycji od najrzadszej (wartość 0,5) do wartości stałej (wartość 10) (tabela 5).

**Tab. 5.** Ocena ekspozycji na zagrożenie metodą Risk Score

Lp.	Zagrożenie	Ekspozycja na zagrożenie	
		Opis	Wartość
1.	Wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży	Częsta (codziennie)	6

Lp.	Zagrożenie	Ekspozycja na zagrożenie	
		Opis	Wartość
2.	Zapłon paliwa lub oparów przy obecności źródła zapłonu	Znikoma (raz do roku i rzadziej)	0,5
3.	Rozprysk paliwa na pracowników	Częsta (codziennie)	6
4.	Błędy operacyjne wynikające z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku	Sporadyczna (raz na tydzień)	3
5.	Kolizja drogowa lub wywrócenie pojazdu	Znikoma (raz do roku i rzadziej)	0,5
6.	Uszkodzenia konstrukcji zbiornika lub elementów mocujących	Minimalna (kilka razy w roku)	1
7.	Niekorzystne warunki atmosferyczne	Stale	10
8.	Niewłaściwy dobór trasy przejazdu	Minimalna (kilka razy w roku)	1
9.	Zawilgocenie lub zanieczyszczenia mechaniczne paliwa	Znikoma (raz do roku i rzadziej)	0,5
10.	Niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej	Częsta (codziennie)	6
11.	Rozlanie paliwa (np. nieszczelność instalacji rozładunkowej lub przepełnienia zbiornika odbiorczego)	Sporadyczna (raz na tydzień)	3
12.	Niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku	Częsta (codziennie)	6

Źródło: opracowanie własne.

Stałą ekspozycją na zagrożenie są niekorzystne warunki atmosferyczne ze względu na jej dynamiczność (wartość 10). Innymi występującymi sytuacjami niebezpiecznymi (wartość 6) są: wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węża, rozprysk paliwa na pracownika, niewłaściwe zabezpieczenie strefy rozładunku oraz niestosowanie przez personel wymaganych środków ochrony indywidualnej. Oznacza to, że narażenie na zagrożenie jest codzienne w warunkach realizacji procesu. Do grupy o minimalnej lub znikomej ekspozycji (wartości 0,5 i 1) zaliczono zagrożenie kolizji drogowej, uszkodzenia konstrukcji zbiornika,

nieprawidłowy dobór trasy przejazdu oraz zanieczyszczenie paliwa. Według uzyskanych wyników wynika, że zdarzenia o charakterze technicznym pojawiają się rzadziej od operacyjnych wynikających głównie z błędów ludzkich.

W ostatnim etapie przeprowadzono ocenę ryzyka metodą Risk Score (tabela 6). Wykorzystując daną metodę, uwzględnia ona trzy składowe: prawdopodobieństwo wystąpienia sytuacji niebezpiecznej, potencjalne skutki oraz częstość ekspozycji. Dla każdego zagrożenia obliczono wskaźnik ryzyka, czyli iloczyn trzech wartości, następnie przypisano uzyskany wynik do jednej z czterech kategorii ryzyka: akceptowalne, tolerowane, wysokie, nieakceptowalne.

**Tab. 6.** Ocena ryzyka zagrożeń metodą Risk Score

Lp.	Zagrożenie	Ryzyko	
		Kategoria	Wskaźnik
1.	Wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży	<b>Tolerowane</b>	<b>180</b>
2.	Zapłon paliwa lub oparów przy obecności źródła zapłonu	Akceptowalne	25
3.	Rozprysk paliwa na pracowników	Tolerowane	126
4.	Błędy operacyjne wynikające z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku	<b>Wysokie</b>	<b>270</b>
5.	Kolizja drogowa lub wywrócenie pojazdu	Akceptowalne	20
6.	Uszkodzenia konstrukcji zbiornika lub elementów mocujących	Akceptowalne	7,5
7.	Niekorzystne warunki atmosferyczne	<b>Nieakceptowalne</b>	<b>420</b>
8.	Niewłaściwy dobór trasy przejazdu	Akceptowalne	21
9.	Zawilgocenie lub zanieczyszczenia mechaniczne paliwa	Akceptowalne	7,5
10.	Niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej	<b>Tolerowane</b>	<b>252</b>
11.	Rozlanie paliwa (np. nieszczelność instalacji rozładunkowej lub przepelnienia zbiornika odbiorczego)	Akceptowalne	27
12.	Niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku	Tolerowane	126

Źródło: opracowanie własne.

Nieakceptowalne ryzyko powoduje zagrożenie związane z niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi (420). Również wysokie ryzyko występuje w przypadku błędów operacyjnych wynikających z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku (270). Oznacza to, że w tym przypadku należy wprowadzić działania kory-

gujące, mające na celu zmniejszenie ryzyka. Większość pozostałych zagrożeń zakwalifikowano jako ryzyko tolerowane lub akceptowalne. Do najbardziej istotnych zagrożeń tolerowanych zaliczają się: niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej (252), wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży (180), niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku i rozprysk paliwa na pracowników (126). Na skutek poważnych konsekwencji zaleca się kontrolę oraz wdrożenia działań profilaktycznych. Natomiast najniższe wartości analizy (poniżej 30) uzyskały zagrożenia o małym prawdopodobieństwie wystąpienia i zostały zakwalifikowane jako akceptowalne. Oznacza, że przy obecnym poziomie zabezpieczeń mogą być dopuszczone, jednak powinny być systematycznie monitorowane i uwzględniane w planie działań profilaktycznych.

Na podstawie przeprowadzonej identyfikacji zagrożeń oraz oceny poziomu ryzyka, w ostatnim kroku zaproponowano środki ograniczające lub eliminujące wystąpienie zagrożeń (tabela 7). Mają na celu znalezienie rozwiązania, które usprawniłoby przebieg procesu oraz zwiększyć bezpieczeństwo przebiegu transportu paliwa lotniczego.

**Tab. 7.** Środki ograniczające lub eliminujące wystąpienie zagrożeń

Lp.	Zagrożenie	Środki ograniczające lub eliminujące wystąpienie zagrożeń
1.	Wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży	Przeprowadzanie okresowych kontrol szczelności węży; Obowiązek kontroli sprzętu przed rozpoczęciem użycia; Obowiązkowe środki bezpieczeństwa oraz sprzęt gaśniczy w strefie rozładunku; Wprowadzenie systemów zabezpieczających przed wyciekiem
2.	Zapłon paliwa lub oparów przy obecności źródła zapłonu	Wyznaczenie strefy do użycia otwartego ognia z dala od paliwa; Zwiększenie systemów przeciwpożarowych oraz przeciwwybuchowych;
3.	Rozprysk paliwa na pracowników	Stosowanie odzieży ochronnej przez pracowników mających styczność z transportem paliwa; Szkolenia pracowników z bezpiecznej obsługi węży/zaworów;
4.	Błędy operacyjne wynikające z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku	Wywieszenie instrukcji oraz procedur na stanowiskach pracowniczych; Przeprowadzenie większego nadzoru nad pracownikami przez przełożonego; Wprowadzenie regularnych szkoleń oraz testów z zakresu wiedzy praktycznej oraz teoretycznej;
5.	Kolizja drogowa lub wywrócenie pojazdu	Dobór kierowców z ważnymi uprawnieniami ADR; Sprawny system monitoringu GPS oraz czasu pracy kierowców;
6.	Uszkodzenia konstrukcji zbiornika lub elementów mocujących	Zwiększenie okresowych badań technicznych cystern przewożące ładunki niebezpieczne;

Lp.	Zagrożenie	Środki ograniczające lub eliminujące wystąpienie zagrożeń
		Stosowanie oryginalnych i certyfikowanych systemów mocowań; Wprowadzenie codziennego przeglądu zbiornika przez wyjazdem kierowcy;
7.	Niekorzystne warunki atmosferyczne	Monitorowanie przebiegu pogody; Planowanie transportu w sprzyjających warunkach atmosferycznych;
8.	Niewłaściwy dobór trasy przejazdu	Uwzględnienie zakazów ruchu ADR, tuneli oraz innych przeszkód występujących na drodze; Systematyczna aktualizacja planowanych tras;
9.	Zawilgocenie lub zanieczyszczenia mechaniczne paliwa	Wprowadzenie dwustopniowych filtrów w instalacjach; Wprowadzenie procedur oczyszczania zbiorników; Systematyczne badania laboratoryjne paliwa;
10.	Niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej	Stały dostęp do odzieży roboczej i środków ochrony indywidualnej w miejscu pracy; Wprowadzenie częstszych szkoleń z zakresu BHP;
11.	Rozlanie paliwa (np. nieszczelność instalacji rozładunkowej lub przepełnienia zbiornika odbiorczego)	Wprowadzenie systemu automatycznej kontroli poziomu w zbiornikach; Występowanie regularnych prób szczelności instalacji rozładunkowej;
12.	Niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku	Wyznaczenie trwałej strefy niebezpiecznej; Wprowadzenia szerszych ograniczeń i zakazów przebywania w strefie przez osoby postronne; Okresowe przeglądy strefy przez służby BHP.

Źródło: opracowanie własne.

Proponowane zagrożenia dopasowane są pod dany rodzaj zdarzenia. Najczęstszymi środkami ograniczającymi są środki bezpieczeństwa dla pracowników np. szkolenia personelu, zagwarantowanie specjalizującego sprzętu oraz odzieży ochronnej. Ujęto także rozwiązania o charakterze technicznym, takie jak regularne przeglądy stanu technicznego instalacji, wprowadzenie systemów przeciwpożarowych, mocujących bądź kontrolujących. Istotnymi propozycjami są pomysły należące do działań organizacyjnych: planowanie tras przejazdu, standaryzację i egzekwowanie procedur, organizację stref załadunku i rozładunku. Wspólne zastosowanie wyszczególnionych środków ograniczających pozwoli na eliminację ryzyka zidentyfikowanych zagrożeń.

## 6. Dyskusja wyników

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, iż najwyższe a zarazem nieakceptowalne ryzyko występuje przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych. Gęsta mgła, silny wiatr bądź mrozy istotnie utrudniają bezpieczny transport, zwiększając prawdopodobieństwo wypadków. W konsekwencji zdarzenia te, często potęgowane przez niekorzystne oddziaływanie czynników przyrodniczych, do środowiska każdego roku w sposób niekontrolowany przedostają się znaczne ilości substancji chemicznych, które mogą stanowić poważne potencjalne zagrożenie [Kopczewski i Nowacki, 2019, s. 52]. Paliwo lotnicze jest łatwopalną cieczą, której pary są cięższe od powietrza, przez co mogą gromadzić się przy powierzchni ziemi oraz tworzyć mieszaniny wybuchowe w kontakcie z powietrzem. W razie uszkodzenia cysterny lub instalacji załadunkowej dochodzi do szybkiego rozprzestrzeniania się paliwa i jego oparów, co szczególnie w niekorzystnych warunkach atmosferycznych istotnie zwiększa skalę zagrożenia. Silny wiatr może przemieszczać obłok par na znaczne odległości, powiększając strefę ryzyka zapłonu, natomiast intensywne opady deszczu sprzyjają spływowi paliwa do kanalizacji i ścieków wodnych, powodując skażenie środowiska wodnego [<https://www.orlen.pl/>, 12.01.2026]. Mgła, opady i oblodzenie ograniczają widoczność oraz przyczepność, zwiększając prawdopodobieństwo kolizji, co skutkowałooby uszkodzeniem przewożonego towaru i zwiększenia ryzyka niebezpieczeństwa dla otoczenia [Zawadziński, 2019, s. 12]. Z tego względu zmiany atmosferyczne należy uznać za istotny czynnik generujący nieakceptowalne ryzyko w transporcie i magazynowaniu paliwa lotniczego. Przykładowym zdarzeniem spowodowanym gęstą mgłą jest wypadek statku na Morzu Północnym przewożącym paliwo lotnicze w 2025 roku. W wyniku zderzenia z drugim okrętem doszło do wybuchu, pożaru oraz wycieku paliwa do morza. Z powodu mgły widoczność na wodzie była znacznie ograniczona, co przyczyniło się zarówno do wypadku, jak i utrudniło dalsze działania ratownicze [<https://en.wikipedia.org/>, 14.01.2026]. Innym zdarzeniem jest wypadek z udziałem dziewięciu pojazdów, w tym cysterny przewożącej paliwo odrzutowe w Stanach Zjednoczonych w 2019 roku. W wyniku zderzeń cysterna zaczęła przeciekać i częściowo stanęła w ogniu, a dwóch kierowców trafiło do szpitala. Przyczyną tego zdarzenia była gęsta mgła oraz oblodzona nawierzchnia, co znacząco zwiększyło ryzyko utraty kontroli nad pojazdami i w efekcie doszło do kolizji [<https://ktvz.com/>, 14.01.2026].

Wysoki poziom ryzyka określono zaś w przypadku błędów operacyjnych wynikających z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku. Zgodnie z wytycznymi organizacji lotniczych, takich jak Easy Access Rules for Occurrence Reporting (EASA), Annex 19 - Safety Management (ICAO) czy Urzędu Lotnictwa Cywilnego

(ULC) w Polsce, odstępstwa od ustalonych procedur obsługi naziemnej stanowią istotne źródło zagrożeń dla bezpieczeństwa operacji lotniczych [<https://assets.live.dxp.magnrastructure.com>, 12.01.2026]. Nieprawidłowy załadunek, brak zgodności z instrukcjami operacyjnymi lub błędy dokumentacyjne mogą prowadzić do poważnych konsekwencji. W 2025 roku doszło do pożaru ciężarówki z paliwem lotniczym podczas rutynowej operacji pomiaru licznika [<https://nata.aero/>, 12.01.2026]. Dodatkowo, w zdarzeniu na lotnisku w Denver w 2001 r. podczas tankowania samolotu doszło do uszkodzenia złącza paliwowego i rozległego wycieku paliwa, a następnie pożaru, co powiązano z nieprawidłową obsługą instalacji tankowania oraz odstępstwami od przyjętych procedur. Jest to przykład błędów operacyjnych w obszarze obsługi paliw lotniczych, które potwierdzają kluczową rolę czynnika ludzkiego i procedur w zapewnieniu bezpieczeństwa [<https://www.gov.uk/>, 13.01.2026].

## Podsumowanie

Z przeprowadzonych analiz wynika, że przewóz paliwa lotniczego wiąże się z istotnymi zagrożeniami, które wymagają stałego doskonalenia stosowanych rozwiązań technicznych i organizacyjnych. Kluczowe znaczenie mają nie tylko aspekty techniczne, takie jak stan techniczny cystern, instalacji paliwowych oraz systemów zabezpieczających, lecz także czynniki operacyjne związane z przestrzeganiem procedur załadunku, transportu i obsługi naziemnej. Szczególną rolę odgrywają warunki atmosferyczne, w tym mgła i mrozy, które mogą wpływać na bezpieczeństwo operacji transportowych. Skuteczne zarządzanie ryzykiem w tym obszarze wymaga ścisłej współpracy operatorów transportu, personelu technicznego oraz organów nadzoru lotniczego. Niezbędne są również regularne szkolenia personelu, audyty bezpieczeństwa oraz ciągłe monitorowanie i aktualizacja procedur. Choć całkowite wyeliminowanie ryzyka w przewozie paliwa lotniczego nie jest możliwe, konsekwentne doskonalenie systemów bezpieczeństwa pozwala na jego skuteczne ograniczenie i utrzymanie na akceptowalnym poziomie.

## ORCID iD

Klaudia Budna: <https://orcid.org/0000-0002-3375-0890>

## Literatura

1. Bielecki M., Nieśpiałowski A. (2017), *ADR od A do Z nie tylko dla kierowców*, Liwona Sp. z o. o., Warszawa
2. Brodzik R. (2020), *Zagrożenia w drogowym transporcie materiałów niebezpiecznych*, Gospodarka Materiałowa i Logistyka t. LXXII, s. 16-23.
3. Chrzan T., Chrzan B. R. (2017), *Metoda Risc - Score w ocenie ryzyka zawodowego operatora przenośnika taśmowego w Kopalniach Odkrywkowych węgla brunatnego*, Górnictwo Odkrywkowe 5, s. 49-54.
4. *Danwoj szkolenia zawodowe*, <https://danwoj.pl/zagrozenia-zwiazane-z-przewozem-towarow-niebezpiecznych/> [29.12.2025].
5. Dobrzyńska R. (2013), *Zagrożenie środowiska podczas transportu drogowego materiałów niebezpiecznych*, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, Szczecin.
6. Domagała J., Rymsha A. (2021), *Organizacja przewozu towarów niebezpiecznych w opinii kierowców z Polski i Białorusi*, Economics and Organization of Logistics 6(1), 2021, s. 15-27.
7. Europejski Urząd Statystyczny (Eurostat), [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Road\\_freight\\_transport\\_by\\_type\\_of\\_goods](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Road_freight_transport_by_type_of_goods) [04.01.2026]
8. Gov.uk. [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5422ffb4e5274a1317000a5f/dft\\_avsafety\\_pdf\\_032605.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5422ffb4e5274a1317000a5f/dft_avsafety_pdf_032605.pdf) [13.01.2026].
9. Gregorczyk K., Buchcar R., Buchcar W. (2025), *Przewóz drogowy towarów niebezpiecznych ADR 2025*, Wydawnictwo ADeR Buch-Car, Błonie.
10. Instrukcja o postępowaniu przy przewozie kolejną towarów niebezpiecznych Ir-16 (2017), [https://www.plk-sa.pl/files/public/user\\_upload/pdf/Akty\\_prawne\\_i\\_przepisy/Instrukcje/Wydruk/Ir/Instrukcja\\_Ir-16\\_WCAG.pdf](https://www.plk-sa.pl/files/public/user_upload/pdf/Akty_prawne_i_przepisy/Instrukcje/Wydruk/Ir/Instrukcja_Ir-16_WCAG.pdf) (tekst jednolity: Dz. U. z 2017 r.z z poz. 2117, z późn. zm.) [11.12.2025].
11. Kociemba D. (2025), *Road transport of dangerous goods – challenges and innovations*, Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie nr 1 (40), s. 127-141.
12. Kokociński M. (2009), *Praktyczne aspekty stosowania ADR w przewozie towarów niebezpiecznych*, Wydawnictwo SPH Credo, Piła.
13. Kopczewski R., Nowacki G. (2019), *Ocena stanu bezpieczeństwa przewozu drogowego towarów niebezpiecznych w Polsce*, Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe nr 3, s. 49-56.
14. Krtz.com, <https://ktvz.com/news/accidents-crashes/2019/12/10/freezing-fog-crashes-shut-hwy-26-near-madras/> [14.01.2026].
15. Kurowski J. (2015), *Logistyka a Bezpieczeństwo*, Analiza wybranych problemów, Tom II, Wydawnictwo Akademii Obrony Narodowej, Warszawa.

16. Kutyło T., Pojedyński D., Wagner P. (2019), *ADR Podręcznik 2019-2021*, Grupa Image Sp. z o. o., Warszawa.
17. Lasota M., Jacyna M., Szaciłło L. (2024), *Fault tree method as a decision-making tool for assessing the risks of transportation of dangerous loads*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Transport*. Volume 123.
18. Maginfrastucture, <https://assets.live.dxp.maginfrastucture.com/f/73114/x/f2b2f62496/asi-9-accident-incident-and-safety-occurrence-reporting.pdf> [12.01.2026].
19. Ministerstwo Infrastruktury, <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/towary-niebezpieczne> [11.12.2025].
20. Muślewski Ł., Musiał J., Landowski B., Bojar P. (2014), *Analiza procesu transportowego wybranej klasy materiałów niebezpiecznych*, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny.
21. Nata, <https://nata.aero/safety-1st-alert-sfa-2025-3-fuel-truck-fire-highlights-hazards-and-underscores-critical-considerations-for-annual-meter-proving/> [12.01.2026].
22. Nowacki G., Krysiuk C., Kopczewski R. (2016), *Dangerous Goods Transport Problems in the Eurpean Union and Poland*, *TransNav the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 10(1):143-150.
23. Orlen, [https://www.orlen.pl/content/dam/internet/orlen/pl/pl/dla-biznesu/produkty/paliwa-lotnicze/jet-a-1/dokumenty/Paliwo%20JET%20A-1%20SAF\\_PL\\_2025\\_v1\\_20250722084043.pdf](https://www.orlen.pl/content/dam/internet/orlen/pl/pl/dla-biznesu/produkty/paliwa-lotnicze/jet-a-1/dokumenty/Paliwo%20JET%20A-1%20SAF_PL_2025_v1_20250722084043.pdf) [12.01.2026].
24. Pieńkowski Colsunting, <https://pienkowski-consulting.pl/bezpieczny-transport-towarow-niebezpiecznych-wypadki-awarie-i-procedury-postepowania/> [18.12.2025].
25. Skowrońska A., Suchecki M. (2022), *Zarządzanie przewozami ładunków niebezpiecznych (cz. 1)*, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka* t. LXXIV nr. 8/2022.
26. Umowa ADR obowiązująca od dnia 1 stycznia 2025 r., <https://dzienniku-staw.gov.pl/DU/rok/2025/pozycja/642> (Zał. A Dz. 2.1 s. 118-119) [04.12.2025].
27. Urząd Transportu Kolejowego, <https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/21435,Przewozy-towarow-niebezpiecznych-w-2023-r.html> [23.12.2025].
28. Urząd Transportu Kolejowego, <https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/22302,Przewozy-towarow-niebezpiecznych-w-2024-roku.html> [04.01.2026].
29. Walendzik M., Kamiński T., Pawlak P., Demestichas K. (2021), *The analysis of organizational and legal possibilities to reduce the dangers related to road transport of dangerous goods in Poland*, *Journal of KONBiN* 51, Issue 1.
30. Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/2025\\_North\\_Sea\\_ship\\_collision](https://en.wikipedia.org/wiki/2025_North_Sea_ship_collision) [14.01.2026]
31. Wojtczuk K. (2024), *Cost accounting of dangerous goods Logistics*, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, nr 4/2024.

32. Załącznik A. Przepisy ogólne i przepisy dotyczące materiałów i przedmiotów niebezpiecznych, <https://www.janossowski.pl/data/files/adrustawa.pdf> [29.12.2025].
33. Zawadziński M. (2019), *Czynniki atmosferyczne a bezpieczeństwo ruchu drogowego*, Współczesne problemy transportu: opracowanie monograficzne. T. 4, Bezpieczeństwo ruchu drogowego s. 6-18.

## **Risk Assessment of Aviation Fuel Transport Using the Risk Score Method**

### **Abstract**

The transport of aviation fuel is one of the key elements of air transport, playing an important role in ensuring the continuity and safety of aviation operations. Due to the physicochemical properties of aviation fuel and the specific nature of its transport and handling, this process involves numerous technical, operational, and environmental hazards. The aim of this article is to identify the main hazards associated with the transport of aviation fuel and to assess the risks of these hazards. The characteristics of the hazards were developed on the basis of a review of scientific literature and websites. The risk analysis was carried out using the Risk Score method, which allows for a qualitative assessment of the level of risk and identification of areas requiring corrective and preventive measures. The results obtained can provide significant support to entities responsible for the transport and handling of aviation fuel, contributing to the improvement of safety and the optimization of logistics processes in aviation.

### **Key words**

aviation fuel, dangerous loads, Risk Score