

Piotr BOJAR¹

OCENA RYZYKA ZWIĄZANEGO Z TRANSPORTEM KOLEJOWYM MATERIAŁÓW NIEBEZPIECZNYCH

Rocznie w Polsce koleją przewozi się około 22 mln ton towarów niebezpiecznych, po kolejach niemieckich jest to 2 wynik w europie. Jak wskazują dane rocznie na terenie UE transportowi podlega około 110 mld tonokilometrów materiałów niebezpiecznych, 58% stanowią towary przewiezione transportem drogowym, 25% kolejowym, a 17% śródlądowymi drogami wodnymi. Transport materiałów niebezpiecznych stanowi 8% przewozów towarowych w Unii. W pracy podjęto próbę oceny ryzyka analizy ryzyka związanego z transportem kolejowym materiałów niebezpiecznych.

ASSESSMENT OF THREATS CONNECTED WITH TRANSPORT OF HAZARDOUS MATERIALS BY TRAIN

Every year in Poland, approximately 22 mln. tons of dangerous materials is transported, which, apart from the German railway, places it on the second position in Europe. Every year 110 billion ton kilometers of dangerous materials are transported on the territory of the EU. Materials carried by road transport account for 58%, by railway 25% and by water 17% of all the transported dangerous products. Transport of dangerous materials accounts for 8% of all freight transports in the European Union. In the paper, there has been made an analysis of threats which occur while carrying dangerous materials.

1. IDENTYFIKACJA PRZYCZYŃ POWSTAWANIA ZAGROŻEŃ W TRANSPORCIE MATERIAŁÓW NIEBEZPIECZNYCH

Rozpatrując zagrożenia – możliwości zajścia zdarzenia niepożądanego, (tzn. takiego którego skutkiem są straty), w systemie transportowym, trzeba poprawnie ocenić, rodzaj zdarzenia i ustalić jego kategorię. Pozwoli to na odpowiednie postępowanie wobec zaistniałej sytuacji, a więc na podjęcie prawidłowych działań w celu przeciwdziałania skutkom tego typu zdarzenia.

¹ Uniwersytet Technologiczno – Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Instytut Eksploatacji Maszyn i Transportu, Zakład Transportu i Eksploatacji; 85-796 Bydgoszcz; ul. Kaliskiego 7, Tel.: 52 340-82-17, e-mail: p-bojar@utp.edu.pl

Bardzo często jednak mamy do czynienia z ciągiem wypadków, czyli sekwencją zdarzeń prowadzącą do powstawania strat. Ciąg wypadkowy może być inicjowany przez jedno wydarzenie, ale najczęściej jest pochodną wielu zdarzeń [1, 2, 3].

Stosowanie się do zaleceń Unii Europejskiej dotyczących międzynarodowego przewozu materiałów niebezpiecznych powoduje, że transport materiałów niebezpiecznych nie musi stwarzać potencjalnego zagrożenia dla zdrowia i życia uczestników ruchu. Na bezpieczeństwo transportu materiałów niebezpiecznych mają wpływ głównie:

- oznakowanie środka transportu oraz przewożonych materiałów, które ułatwią przybyłym na miejsce wypadku służbom ratunkowym szybkie rozpoznanie zagrożenia,
- odpowiednie pakowanie materiałów, takie ich zamocowanie, aby uniemożliwić im samoczynne przemieszczanie się,
- kompletne wyposażenie środka transportu,
- profesjonalnie wyszkoleni przewoźnicy.

W chwili, gdy dochodzi do zdarzenia, względnie łatwe jest ustalenie jego przyczyn bezpośrednich. Na ogół są one dobrze udokumentowane, Przyczynę bezpośrednią powinno się definiować, jako zdarzenie początkujące.

W przypadku analiz przyczyn pierwotnych, które są podstawowymi przyczynami wystąpienia tego typu zdarzeń, zwykle odnoszą się one do rozwiązań konstrukcyjnych, zasad obsługi systemu poniżej przyjętych norm oraz założeń projektowych.

Błędy ludzkie wskazywane są najczęściej, jako główne przyczyny powstania zdarzeń niepożądanych, które bezpośrednio determinują przebieg awarii., mimo to istotniejsze dla powstania awarii są zdarzenia pierwotne

Niżej podjęto próbę sklasyfikowania i przedstawienia głównych grup pierwotnych przyczyn zagrożeń w odniesieniu do przewozu materiałów niebezpiecznych. Zestawienie powstało na podstawie analizy podobnych zestawień dotyczących systemów technicznych oraz obserwacji modelowego procesu transportowego materiałów niebezpiecznych [1]:

1. Błędy podczas projektowania i konstruowania systemu:

- niewłaściwie dobrane normy i specyfikacje techniczne,
- nieuwzględnienie zagrożeń zewnętrznych,
- niewłaściwe podstawowe założenia projektowe,
- niewłaściwe usytuowanie przestrzenne elementów systemu,
- niewystarczająca kontrola realizacji fazy projektowej,
- niewłaściwe założenia i dobór procesów technologicznych,
- niewłaściwy projekt końcowy.

2. Błędy przy oddawaniu do użytku systemu transportowego:

- błędy procedury odbioru,
- niepełna lub nieodpowiednia dokumentacja,
- niewłaściwa instalacja sprzętu,
- nieprawidłowości przy produkcji urządzeń i ich montowaniu.

3. Nieodpowiednie procedury obsługi systemu transportowego:

- niewłaściwe specyfikacje zadań,
- niewłaściwe lub błędne procedury wykonywania zadań,
- nieprawidłowe przyzwyczajenia wykonywania zadań,
- trudne do zrozumienia instrukcje i procedury,

- nieuwzględnienie czynników wewnętrznych i zewnętrznych,
- brak zasad wprowadzania i aktualizacji procedur,
- niewystarczająca kontrola jakości procedur.

4. Błędy związane z informacją:

- nieodpowiednia lub wręcz fałszywa informacja,
- brak dostępu do właściwej informacji,
- błędy w przetwarzaniu informacji,
- złe kanały komunikacji,
- nieodpowiednie zasady przekazywania i przyjmowania informacji,
- niewłaściwa reakcja na informacje,
- utrata informacji. Identyfikacja przyczyn powstawania zagrożeń w transporcie.

5. Błędy związane z personelem wykonującym zadania:

- nieodpowiednie kwalifikacje,
- nieodpowiednie cechy wrodzone,
- brak umiejętności w zakresie wykonywanego zadania,
- niewłaściwe rozwiązanie w obszarze oddziaływania człowiek – maszyna,
- zbyt duże obciążenie personelu,
- zbyt krótki wymagany czas wykonania zadań,
- brak przeszkolenia personelu w kwestii procedur bezpieczeństwa,
- niewłaściwa reakcja na popełniane błędy,
- niewłaściwe środowisko pracy.

6. Błędy w zarządzaniu:

- niewystarczające zarządzanie,
- brak kadry zarządzającej,
- brak koordynacji działań,
- brak jasno określonego zakresu odpowiedzialności pracowników,
- błędy w definiowaniu zakresu obowiązków,
- brak umiejętności dostrzegania alternatywnych rozwiązań,
- nieodpowiedni wybór właściwych działań.

7. Niewystarczające rozwiązania organizacyjne:

- nieodpowiednia strategia i taktyka,
- nieodpowiednie zaopatrzenie w zasoby,
- niewłaściwe rozwiązania organizacyjne i kultura współpracy,
- niewłaściwie rozwiązania organizacyjne w odniesieniu do błędów ludzkich,
- nieodpowiednia kontrola zarządzania,
- niewłaściwa lokalizacja urządzeń,
- nieodpowiednie procedury i normy zakładowe.

2. OCENA ZAGROŻEŃ ZWIĄZANYCH Z PRZEWOZEM MATERIAŁÓW NIEBEZPIECZNYCH

Na podstawie wyników przeprowadzonej analizy przyczyny awarii podzielono na 7 bardziej ogólnych kategorii. W tabeli przedstawiono liczby tych zdarzeń w poszczególnych latach tj.: 2005, 2006, 2007, 2008, 2009.

Tab. 1. Zestawienie przyczyn zajścia zdarzeń niepożądanych podczas przewozu materiałów niebezpiecznych koleją w analizowanym przedziale czasu

Kat.	Przyczyna wypadku / awarii	liczba zdarzeń					RAZEM
		2005	2006	2007	2008	2009	
1.	Awarie i usterki armatury. Usterki instalacji grzewczej	14	12	3	4	6	39
2.	Awarie i usterki spowodowane warunkami atmosferycznymi np. wysoką temperaturą otoczenia	2	2	2	3	-	9
3	Błędy i nieprawidłowości w obsłudze	9	11	16	9	8	53
4	Wzrost ciśnienia w zbiorniku i samoczynne zadziałanie zaworu bezpieczeństwa .	1	2	3	-	2	8
5	Rozszczelnienie: na wskaźniku poziomym napełnienia zbiornika na szczycie cysterny, zewnętrznego płaszczu cysterny, (niedomknięcie) włączów i pokryw	-	2	2	4	2	10
6	Wyciek na skutek kradzieży	1	-	-	3	-	4
7	Wykolejenie się wagonów. Zderzenie, najechanie, starcie wagonów / pociągów Uszkodzenia mechaniczne wagonów-cystern, kontenerów i opakowań	2	2	4	6	3	17
RAZEM:		29	31	30	29	21	140

W analizowanym okresie wykolejenia oraz zderzenia pociągów są jedną z najczęstszych przyczyn awarii, jednak w roku 2009 ilość tych zdarzeń zmalała o połowę w porównaniu z rokiem 2008.

Przedstawione w Tabeli 1 dane dotyczące liczby zaistniałych awarii nie oddają w pełni realnego poziomu ryzyka, które związane jest z nieprawidłowo realizowanymi procesami transportu materiałów niebezpiecznych. Aby wyznaczyć realną wartość ryzyka przeprowadzono badania ankietowe wśród następującej grupy ekspertów:

- specjaliści z zakresu transportu kolejowego,
- dyspozytorzy kolejowi,
- pracownicy wykonujący przewozy towarów niebezpiecznych.

Eksperci dokonywali oceny poszczególnych zdarzeń wg przyjętej skali:

- (0 ÷ 2) - zdarzenie nie stanowi zagrożenia dla ludzi i środowiska naturalnego,
- (3 ÷ 5) - zdarzenie stanowi niewielkie zagrożenie dla środowiska naturalnego,
- (6 ÷ 8) - zdarzenie stanowi potencjalne zagrożenie dla ludzi i środowiska naturalnego,
- (9 ÷ 10) - zdarzenie stanowi bezpośrednie zagrożenie zdrowia i życia ludzi oraz ich środowiska naturalnego.

Tab. 2. Przykładowe wyniki przeprowadzonej ankiety

Lp.	Przyczyna wypadku / awarii	Wartość średnia oceny
1.	Awarie i usterki armatury i instalacji grzewczej	0,35
2.	Awarie i usterki spowodowane warunkami atmosferycznymi np. wysoką temperaturą otoczenia	9,3
3.	Błędy i nieprawidłowości w obsłudze	8,55
4.	Wzrost ciśnienia w zbiorniku i samoczynne zadziałanie zaworu bezpieczeństwa .	5,15
5.	Rozszczelnienie na wskaźniku poziomym napełnienia zbiornika. Rozszczelnienie (niedomknięcie) włączów i pokryw. Rozszczelnienie zewnętrznego płaszcza cysterny	7
6.	Wyciek na skutek kradzieży	8,65
7.	Wykolejenie się wagonów. Zderzenie wagonów, pociągów Uszkodzenia mechaniczne wagonów-cystern, kontenerów i opakowań	9,1

Kolejnym etapem oceny ryzyka wynikającego z awarii podczas przewozu materiałów niebezpiecznych było wyznaczenie częstości zdarzeń wg kategorii K1 ÷ K7, przedstawionych w tabeli 6.4. Jest to pozycja wyjściowa, niezbędna do wyznaczenia wartości wskaźnika ryzyka zagrożenia zdrowia i życia ludzi biorących udział w transporcie materiałów niebezpiecznych

Wskaźnik oceny ryzyka przedstawiono za pomocą zależności (1).

$$R = P(A) \cdot O \quad (1)$$

R – ryzyko wystąpienia zagrożenia,

P(A) – częstość zajścia zdarzenia A wg kategorii K1 ÷ K7,

O – uśredniona wartość oceny ekspertów.

Tab. 3. Wyniki oceny ryzyka wynikające z zajścia zdarzenia niepożądanego w 2005r

Lp.	Przyczyna wypadku / awarii	P(A)	O	R
K1	Awarie i usterki armatury. Usterki instalacji grzewczej	0,48	0,35	0,17
K2	Awarie i usterki spowodowane warunkami atmosferycznymi np. wysoką temperaturą otoczenia	0,06	9,3	0,56
K3	Błędy i nieprawidłowości w obsłudze	0,31	8,55	2,65
K4	Wzrost ciśnienia w zbiorniku i samoczynne zadziałanie zaworu bezpieczeństwa .	0,03	5,15	0,15
K5	Rozszczelnienie na wskaźniku poziomu napełnienia zbiornika. Rozszczelnienie (nieodomknięcie) włączów i pokryw. Rozszczelnienie zewnętrznego płaszcza cysterny	0	7	0
K6	Wyciek na skutek kradzieży	0,03	8,65	0,26
K7	Wykolejenie się wagonów. Zderzenie wagonów, pociągów Uszkodzenia mechaniczne wagonów-cystern, kontenerów i opakowań	0,07	9,1	0,64

Tab. 4. Zestawienie oceny ryzyka zajścia zdarzenia niepożądanego w wyniku wystąpienia naruszeń poszczególnych kategorii

Analizowane kategorie naruszeń	Poziom ryzyka w poszczególnych latach					Wartość średnia oceny ryzyka
	2005	2006	2007	2008	2009	
K1	0,17	0,14	0,03	0,05	0,10	0,098
K2	0,56	0,56	0,66	0,93	0	0,542
K3	2,65	2,99	4,53	2,66	3,25	3,216
K4	0,15	0,31	0,51	0	0,05	0,204
K5	0	0,42	0,49	0,98	0,07	0,392
K6	0,26	0	0	0,86	0	0,224
K7	0,64	0,55	1,18	1,91	1,27	1,11

3. PODSUMOWANIE

Podsumowując informacje zawarte w powyższych tabelach dotyczących przyczyn wypadków i awarii w trakcie przewozu materiałów niebezpiecznych można postawić następujące wnioski:

- najczęstszą przyczyną awarii, (54% wszystkich awarii) mającą największy wpływ na wielkość wskaźnika ryzyka zagrożenia zdrowia i życia ludzi biorących udział w transporcie materiałów niebezpiecznych jest przyczyna kategorii K- 3 tj. „Błędy i nieprawidłowości w obsłudze”
- drugą przyczyną pod względem wielkości wskaźnika ryzyka (18%) dla zagrożenia zdrowia i życia ludzi jest przyczyna kategorii K – 7 „Wykolejenie się wagonów. Zderzenie wagonów, pociągów, uszkodzenia mechaniczne wagonów-cystern, kontenerów i opakowań”

- nie bez znaczenia są również warunki atmosferyczne w jakich odbywa się proces transportowy (kategoria K -2) i one dość często są przyczynami awarii (9%)
- awarie kategorii K -5 (8%) czyli wszelkiego rodzaju rozszczelnienia zbiorników jak i kategorii K - 6 (5%) wycieki na skutek kradzieży, spowodowane są ingerencją osób trzecich, które nie zwracając uwagi na bezpieczeństwo oraz na możliwe następstwa ich nieodpowiedzialnych działań szukają łatwego zarobku (otwieranie włazów oraz zaworów cystern z paliwami)
- awarie pozostałych kategorii są raczej awariami zdarzającymi się incydentalnie i nie mają one większego znaczenia dla procesu przewozowego materiałów niebezpiecznych.

Zarówno przyczyna kategorii K – 3, jak i K – 7 bezpośrednio związana jest z człowiekiem a dokładniej z błędami popełnianymi przez niego podczas procesu przewozu materiałów niebezpiecznych, dlatego bardzo ważne dla bezpieczeństwa jest stałe szkolenie i doskonalenie umiejętności pracowników zatrudnianych przy przewozie tych materiałów. Niezbędne również jest współdziałanie firm biorących udział w obrocie materiałami niebezpiecznymi. Wiele firm uczestniczących w procesie produkcyjnym jak i transportowym materiałów niebezpiecznych dąży do poprawy bezpieczeństwa dzieląc się swoimi doświadczeniami oraz udzielając pomocy swym partnerom handlowym. Przykładem takiej współpracy jest System Pomocy w Transporcie Materiałów Niebezpiecznych SPOT, jego najważniejszy cel to ograniczanie skutków awarii w trakcie transportu materiałów niebezpiecznych.

Bardzo ważną rolę pełnią również Doradcy ds. bezpieczeństwa, których wybiera się z pośród ekspertów z dziedziny transportu materiałów niebezpiecznych po złożeniu niezbędnego egzaminu państwowego i mianowaniu go przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego. Spoczywa na nich ogromna odpowiedzialność gdyż to oni sprawują nadzór nad przestrzeganiem odpowiednich przepisów i procedur przez pracowników zatrudnionych przy transporcie, załadunku, rozładunku oraz magazynowaniu towarów niebezpiecznych.

4. LITERATURA

- [1] W. Durski: Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. „Maszyny robocze transport” rok 2008, nr 63 str.. 3
- [2] Bojar P., Woropay M., Ocena stopnia ryzyka w komunikacji miejskiej, Wyd. Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2005
- [3] Woropay M., Wdzięczny A., Bojar P., Szubartowski M.: Metoda oceny wpływu skuteczności realizowanych napraw na niezawodność i bezpieczeństwo działania systemów transportu miejskiego. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji Bydgoszcz-Radom 2008
- [4] Suchodolski S. – Pojęcie i miary bezpieczeństwa w piśmiennictwie światowym. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn – zeszyt 2 (102) 1995