

METODY AKCEPTACJI RYZYKA W TRANSPORCIE KOLEJOWYM¹

Magdalena Garlikowska

dr, Instytut Kolejnictwa, ul. Chłopickiego 50, 04-275
Warszawa, tel. 22 47 31 056, mgarlikowska@ikolej.pl

Piotr Gondek

mgr inż., Instytut Kolejnictwa, ul. Chłopickiego 50, 04-
275 Warszawa, tel. 22 47 31 535, pgondek@ikolej.pl

Streszczenie. W artykule poruszono kwestie bezpieczeństwa kolejowego według aktualnie obowiązującego podejścia wprowadzającego filozofię opartą o identyfikację potencjalnych zagrożeń, ich przewidywanie i minimalizowanie ich skutków. Zaprezentowano metody akceptacji ryzyka, wynikającego z wprowadzania do systemu kolejowego zmiany znaczącej o charakterze technicznym, eksploatacyjnym lub organizacyjnym. Omówiono techniki wyceny i oceny ryzyka stosowane na europejskim rynku kolejowym.

Słowa kluczowe: ryzyko, zagrożenie, akceptacja ryzyka, wycena ryzyka, ocena ryzyka

1. Wstęp

Bezpieczeństwo zgodnie z prawem wspólnotowym to brak niedopuszczalnego ryzyka, czyli brak zagrożeń. Nowe podejście do tego zagadnienia wymaga zarządzania bezpieczeństwem, które obejmuje po pierwsze zarządzanie ryzykiem, a po drugie – monitorowanie bezpieczeństwa. Na zarządzanie ryzykiem składają się takie elementy, jak: planowe stosowanie polityki i procedur w zakresie analizy ryzyka, wycena ryzyka, rejestrowanie zagrożeń przez zarządców infrastruktury i przewoźników kolejowych. Natomiast monitorowanie bezpieczeństwa to planowe stosowanie przez te podmioty strategii, priorytetów i planów zarządczych w celu utrzymania odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa. Potwierdzenie kompletności tych elementów i nadzór nad nimi leży w kompetencjach Narodowego Organu ds. Bezpieczeństwa (NSO), czyli w Polsce - Urzędu Transportu Kolejowego (UTK).

Z uwagi na fakt, że system kolejowy podlega zmianom, zarządcy i przewoźnicy zostali zobowiązani do analizy tych zmian oraz do akceptowalności ryzyka.

2. Analiza i wycena ryzyka

Zgodnie z przepisami prawa unijnego ryzyko oznacza częstotliwość wypadków i incydentów prowadzących do szkody (spowodowanej zagrożeniem) oraz stopień

¹ Wkład autorów w publikację: Garlikowska M. – 50%, Gondek P. – 50%

powagi tej szkody. W przypadku, kiedy ryzyko zostanie określone jako nieakceptowalne, to stan taki nazywamy zagrożeniem, które może prowadzić do wypadku [5].

Do wypadków zaliczamy: kolizje pociągów, wykolejenia pociągów, wypadki na przejazdach kolejowych, wypadki z udziałem osób nielegalnie przebywających na terenie kolejowym, wypadki przy wskakiwaniu/wyskakiwaniu z jadącego pociągu, pożary taboru kolejowego oraz wypadki związane z transportem ładunków niebezpiecznych [2]. Konsekwencje wypadków można ocenić analizując takie aspekty, jak:

- skala przypadków śmiertelnych oraz obrażeń poniesionych podczas wypadku, które wymagają hospitalizacji poszkodowanych przez okres czasu dłuższy niż doba,
- koszty szkód spowodowanych w środowisku, taborze i infrastrukturze,
- koszty opóźnień pociągów spowodowanych wypadkiem.

Zarządcy infrastruktury i przewoźnicy są zobowiązani do monitorowania ryzyka w swojej działalności oraz związanych z nim zagrożeń. Oznacza to przeprowadzanie analizy zmian wprowadzanych do systemu kolejowego (znaczące czy nieznaczące), prowadzenie rejestrów zagrożeń (obejmujących zagrożenia wynikające z działalności własnej oraz powierzonej innym podmiotom, np. w zakresie utrzymania infrastruktury czy taboru) i stosowanie odpowiednich środków bezpieczeństwa, a wszystko to z wykorzystaniem wszelkich dostępnych informacji. Następnie zidentyfikowane ryzyka, czyli potencjalne zagrożenia, muszą zostać wycenione. Wycena ta polega na analizie oraz ustaleniu, czy ryzyko mieści się w dopuszczalnym zakresie.

Zmiana, która nie ma wpływu na bezpieczeństwo, nie pociąga za sobą konieczności stosowania procesu zarządzania ryzykiem. Natomiast w przypadku, kiedy planowana zmiana ma wpływ na bezpieczeństwo, podmiot wprowadzający daną zmianę decyduje, kierując się fachowym osądem, czy zmiana jest znacząca. Podejmując taką decyzję należy, stosując przepisy Rozporządzenia nr 402/2013 w sprawie oceny i wyceny ryzyka, uwzględnić następujące kryteria [5]:

- a) skutek awarii – potencjalnie najpoważniejszy, ale wiarygodny skutek awarii ocenianego systemu (najgorszy scenariusz w przypadku awarii);
- b) innowacyjność – dotyczy zarówno całej branży kolejowej, jak i organizacji wprowadzającej daną zmianę;
- c) złożoność zmiany – skala zróżnicowania elementów składających się na system i relacji między nimi;
- d) monitoring – zdolność lub jej brak do monitorowania wprowadzonej zmiany podczas całego cyklu życia systemu i dokonywania interwencji;
- e) odwracalność zmiany – zdolność bądź niezdolność powrotu do systemu sprzed wprowadzonej zmiany;
- f) dodatkowość – uwzględnienie wszystkich przeprowadzonych ostatnio zmian w ocenianym systemie, związanych z bezpieczeństwem, zakwalifikowanych jako nieznaczące.

W przypadku, kiedy oceniana zmiana zostanie uznana za znaczącą, konieczna jest analiza ryzyka pod kątem jego akceptowalności.

3. Metody akceptacji ryzyka

Wszystkie zmiany, niezależnie od ich charakteru (techniczne, eksploatacyjne, organizacyjne) i podsystemu kolejowego (strukturalny czy funkcjonalny) muszą być poddane procesowi wyceny ryzyka. W ramach tego procesu należy zbadać poziom danego ryzyka, by móc określić czy jest on dopuszczalny i na tyle niski, że nie trzeba podejmować żadnych natychmiastowych działań w celu jego zredukowania. Oceny akceptowalności ryzyka dokonuje się trzema metodami:

1) Poprzez weryfikację stosowania kodeksów postępowania

Kodeks postępowania to spisany zbiór zasad, które mogą być wykorzystywane do nadzorowania określonego zagrożenia (zagrożeń), pod warunkiem ich prawidłowego stosowania [5]. Kodeksy takie muszą spełniać następujące warunki:

- być powszechnie uznane w branży kolejowej, w przeciwnym wypadku należy uzasadnić ich wybór tak, aby był on akceptowalny dla jednostki oceniającej,
- być istotne z punktu widzenia nadzoru nad rozważanymi w danym systemie zagrożeniami,
- być publicznie dostępne dla wszystkich podmiotów, które chcą z nich korzystać.

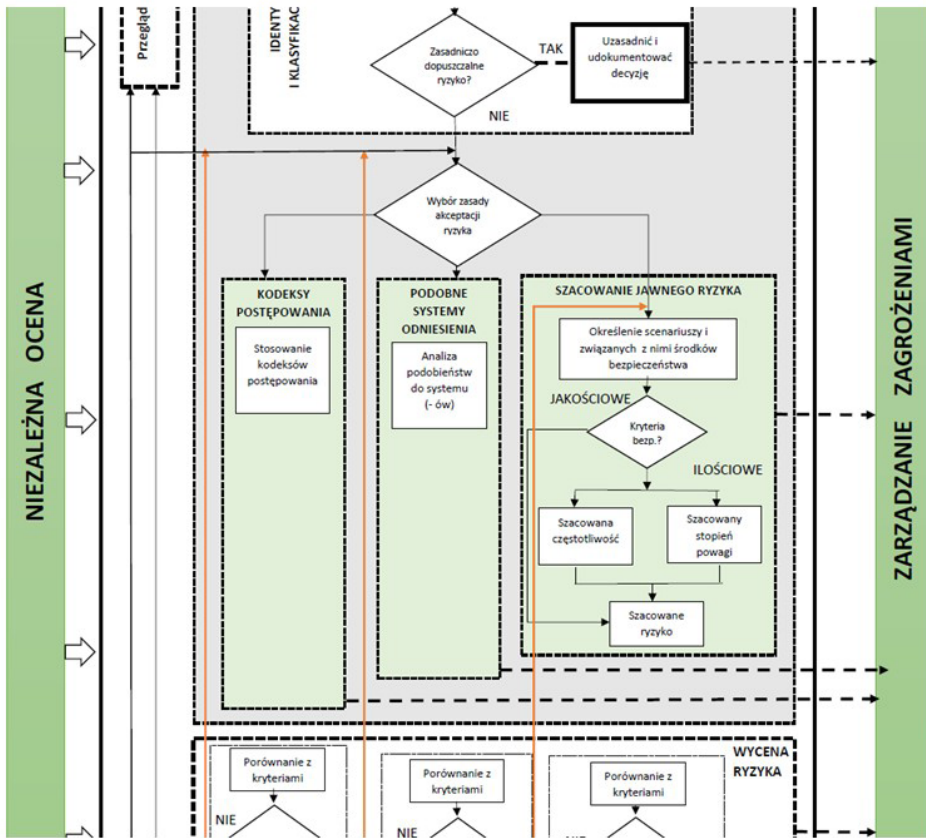
Mogą to być dokumenty, którymi posługują się uczestnicy rynku kolejowego: standardy, regulaminy, procedury, instrukcje.

Przykłady kodeksów postępowania:

- rozporządzenia i decyzje Komisji Europejskiej dot. Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI) oraz inne przepisy międzynarodowe jak karty UIC czy RID (Regulamin dla międzynarodowego przewozu kolejami towarów niebezpiecznych),
- krajowe specyfikacje techniczne i dokumenty normalizacyjne, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dot. interoperacyjności systemu kolei,
- instrukcje wewnętrzne np. o: utrzymaniu podtorza kolejowego, dokonywaniu pomiarów, badań i oceny stanu torów, oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów, utrzymaniu kolejowych obiektów inżynierskich,
- Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych oraz dla kolejowych obiektów inżynierskich.

2) Poprzez porównanie do systemu odniesienia, czyli do systemu:

- eksploatowanego w podobnych warunkach eksploatacyjnych i środowiskowych, jak system oceniany,
- posiadającego podobne funkcje i interfejsy, jak system oceniany,
- który sprawdził się już w praktyce, jako system o dopuszczalnym poziomie bezpieczeństwa i który również obecnie spełniłby warunki wymagane do jego zatwierdzenia.



Rys. 1. Badanie dopuszczalności ryzyka

Źródło: [5]

W przypadku drogi kolejowej przykładem może to być odniesienie do danego rozwiązania technicznego, eksploatacyjnego, organizacyjnego funkcjonującego oraz sprawdzonego w praktyce jako bezpieczny w użytkowaniu u innego zarządcy infrastruktury. W przypadku systemu kolei dużych prędkości systemami odniesienia będą systemy kolei KDP, funkcjonujące od wielu lat bezpiecznie w innych krajach.

3) Szacowanie i wycena jawnego ryzyka

Zasada ta polega na analizowaniu ryzyka zdefiniowanego jako kombinacja częstotliwości występowania zdarzenia kolejowego prowadzącego do szkody, spowodowanej danym zagrożeniem oraz stopnia powagi tej szkody [5]. Stosuje się ją w przypadkach nowatorskich technicznie rozwiązań, do których nie można zastosować dwóch poprzednich metod. Wykorzystuje się tu ilościowe i jakościowe (lub kombinację obydwu) szacowanie ryzyka i wynikających z niego zagrożeń, z uwzględnieniem istniejących środków bezpieczeństwa. Wybór zależy zazwyczaj od dostępności informacji i danych dotyczących analizowanych zagrożeń.

Bez względu na przyjętą metodologię szacowania jawnego ryzyka, proces analizy powinien zawierać następujące elementy [3]:

- identyfikację zagrożeń, mogących spowodować śmierć lub ciężkie obrażenia pasażerów, pracowników czy osób trzecich, narażonych bezpośrednio lub pośrednio na zagrożenia wynikające z wprowadzenia rozpatrywanej zmian,
- identyfikację czynników lub elementów zmienianego systemu, które mogą wpłynąć na powstanie zagrożenia (zagrożeń), np. awarie, błędy ludzkie, warunki środowiskowe czy eksploatacyjne,
- oszacowanie częstotliwości i skutków występowania każdego zagrożenia,
- oszacowanie ryzyka związanego z każdym zidentyfikowanym zagrożeniem,
- zidentyfikowanie środków kontroli ryzyka zapewniających ryzyko na poziomie akceptowalnym,
- rzetelne i wyczerpujące udokumentowanie przyjętej metodologii, wykorzystanych danych i szacunków, przyjętych założeń, przeprowadzonych analiz.

4. Metody i techniki wyceny i oceny ryzyka

Wspólna metoda oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka nie narzuca wnioskodawcy zastosowania konkretnej metody czy techniki analizy ryzyka, przeprowadzanej w celu identyfikacji potencjalnych uszkodzeń systemu, ustalenia przyczyn ich wystąpienia i oszacowania ich skutków. Do identyfikacji zagrożeń w obszarze kolejnictwa wykorzystywane są różne metody i techniki – ilościowe i jakościowe.

Mogą to być *listy kontrolne*, których istota polega na odpowiedziach na pytania dot. różnych obszarów analizowanego zagadnienia. Ułatwia to poznanie pewnych problemów, które następnie szczegółowo się analizuje. Pytań tych jest bardzo dużo, może ich być nawet kilkaset, a dzięki udzielanym odpowiedziom można uniknąć pominięcia wielu ważnych szczegółów. Inną metodą jest *analiza awaryjności*, polegająca na określaniu wszystkich możliwych zagrożeń i typów wypadków, które już się wydarzyły. Analizuje się jednocześnie przyczyny, które doprowadziły do tych wypadków [1].

Metodą twórczego rozwiązywania problemów jest *burza mózgów*, przydatna np. przy wdrażaniu systemu zarządzania bezpieczeństwem lub systemu jakości. Charakteryzuje się pracą zespołową, polegającą na przeprowadzeniu tzw. sesji pomysłowości, podczas której wypracowywane są pomysły rozwiązań rozpatrywanego problemu. W zespole takim powinny się znaleźć osoby w różnym wieku, różnej płci i zajmujące różne stanowiska, ale nie w relacji przełożony-podwładny. Część osób powinna być niezwiązana z dziedziną, której dotyczy problem, co bę-

dzie sprzyjało pojawianiu się niekonwencjonalnych pomysłów. Następnie zespół ekspertów ocenia wypracowane pomysły.

Opartą na metodzie burzy mózgów jest metoda analizy ryzyka *SWIFT* (*What – If? Co – gdy?*). Polega na zadawaniu pytań „Co się stanie, gdy...” zespołowi analizującemu dany system, w celu identyfikacji potencjalnych odchyżeń od założeń i procedur związanych z rozpatrywanym systemem.

Liczną grupą metod ułatwiających identyfikację zagrożeń są metody analityczne, a wśród nich najbardziej popularne to metody drzew *FTA* (*Fault Tree Analysis*) – *Analiza drzewa błędów*) i *ETA* (*Analiza drzewa zdarzeń*). Pokazują one logiczną zależność między uszkodzeniami badanego obiektu, błędami ludzkimi i przyczynami zewnętrznymi a prawdopodobieństwem wystąpienia wypadku.

Metodą matrycową jakościowego oszacowania ryzyka jest *metoda PHA* – *Wstępna Analiza Zagrożeń*. Polega ona na określeniu granic obiektu, dla którego wykonywana jest ocena ryzyka, sporządzeniu listy zidentyfikowanych zagrożeń oraz oszacowaniu ryzyka, czyli określeniu możliwych strat i prawdopodobieństwa wystąpienia szkód. Dla każdego zidentyfikowanego zagrożenia szacuje się wg odpowiedniej skali stopień szkód (np. znikome urazy i lekkie szkody; lekko ranni i wymierne szkody, ciężko ranni i znaczne szkody) i prawdopodobieństwa (np. bardzo nieprawdopodobne, zdarzenia raz na 10 lat, zdarzenia raz w roku, miesiącu, tygodniu itd.). następnie wyznacza się poziom ryzyka przy użyciu odpowiedniej matrycy.

Analiza HAZOP (*Hazard and Operability Study*) – *Analiza zagrożeń i zdolności operacyjnych* ma na celu identyfikację potencjalnych zagrożeń (awarii) i innych strat (np. produkcyjnych) spowodowanych odchyleniami od założonych warunków operacyjnych systemu. Najczęściej wykonywana na etapie projektowania i wdrażania nowych procesów i systemów w przedsiębiorstwie, ale można ją też wykorzystywać do identyfikacji zagrożeń w już istniejących procesach, zwłaszcza w obszarach wysokiego ryzyka (systemy mechaniczne czy elektroniczne, oprogramowania). Metoda ta ma wysoką efektywność, ponieważ grupa ekspertów dokonuje dokładnego i metodycznego przeglądu całego systemu, dogłębnie analizując problem i określając zdarzenia mogące wywołać ryzyko oraz działania zapobiegające powstawaniu ryzyka.

Najbardziej rozpowszechnioną metodą wyceny ryzyka w sektorze kolejowym w Polsce jest *FMEA* (*Failure Mode and Effect Analysis*). Polega ona na przypisaniu do każdego zagrożenia ujętego w Rejestrze zagrożeń liczby ryzyka R , która jest iloczynem trzech czynników:

- prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia wynikającego z danego zagrożenia P ,
- potencjalnych skutków zdarzenia wynikającego z danego zagrożenia S ,
- prawdopodobieństwa wykrycia danego zagrożenia W .

Parametry P , S , W , dobiera się na podstawie kryteriów wyceny ryzyka, które są określane w sposób ilościowy i jakościowy. Kryteria ilościowe stosowane są w przypadku istnienia odpowiednich statystyk dotyczących zagrożeń. W przypadku kryteriów jakościowych parametry P , S , W , dobiera się w oparciu o do-

świadczanie i wiedzę ekspercką osób wyceniających ryzyko, a także w oparciu o istniejące normy takie jak EN 50126, EN 50129 na podstawie określeń słownych. Przykładowo w przypadku skutków S będą to określenia: nieistotne, małe, średnie, duże, katastrofalne. W przypadku prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia - bardzo rzadkie, rzadkie, możliwe, prawdopodobne, bardzo prawdopodobne.

Obliczony parametr R, charakteryzujący poziom każdego poszczególnego zidentyfikowanego ryzyka, porównuje się z przyjętymi kryteriami i dokonuje się wyceny ryzyka:

- ryzyko minimalne i małe (dopuszczalne) $R \leq 9$; nie ma ryzyka wystąpienia niebezpieczeństwa, więc nie należy reagować;
- ryzyko średnie (tolerowalne) $20 < R \leq 27$; należy podjąć odpowiednie działania zapobiegawcze w celu uniknięcia wystąpienia potencjalnego zagrożenia;
- ryzyko duże (niedopuszczalne) $R > 28$; zagrożenie krytyczne, istotnie zagrożające bezpieczeństwu systemu, należy zatem niezwłocznie podjąć odpowiednie środki kontroli procesu w celu wyeliminowania zagrożenia lub usunięcia jego skutków.

Matryca budowy poziomu ryzyka zaistnienia zagrożenia (zdarzenia)						
PRAWDOPODOBIEŃSTWO	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
		A	B	C	D	E
SKUTKI						

MINIMALNE	MAŁE	ŚREDNIE	DUŻE	EKSTREMALNE
-----------	------	---------	------	-------------

Rys. 2. Matryca ryzyka {4}

Trzeba jednak podkreślić, że wszystkie analizy ryzyka dokonywane w obszarze transportu kolejowego są niepewne, tzn. żadna z nich nie daje stu procentowej gwarancji uniknięcia ryzyka.

5. Podsumowanie

W dobie szczególnego zainteresowania bezpieczeństwem, pojęcie ryzyka odgrywa szczególnie istotną rolę. Dotyczy to wszystkich uczestników rynku kolejowego, wdrażanych przez nich systemów zarządzania: bezpieczeństwem, utrzymaniem, jakości czy ryzykiem oraz wszelkich prowadzonych strategii.

Analiza ryzyka i zarządzanie ryzykiem jest dziedziną skomplikowaną. Nie ma szczegółowych wytycznych odnośnie jej prowadzenia. Na pewno jest niezbędna przy podejmowaniu decyzji o wdrażaniu różnego rodzaju systemów kolejowych do eksploatacji. Podmioty mają do dyspozycji różne metody i techniki wyceny i oceny ryzyka.

Zobowiązanie podmiotów do stosowania zarządzania ryzykiem może się przyczynić do uporządkowania stosowanych w transporcie kolejowym środków bezpieczeństwa koniecznych dla minimalizacji częstotliwości i skutków występowania zagrożeń.

Bibliografia

- [1] Bałuch H., Ryzyko w eksploatacji nawierzchni kolejowej, Problemy Kolejnictwa, Zeszyt 145, CNTK 2007.
- [2] Dyrektywa 49/2004 o bezpieczeństwie kolei.
- [3] Ekspertyza dotycząca praktycznego stosowania przez podmioty sektora kolejowego wymagań wspólnej metody bezpieczeństwa w zakresie oceny ryzyka (CSM RA).
- [4] Norma PN-EN 50126:2002 Zastosowania kolejowe – Specyfikacja niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa.
- [5] Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) nr 402/2013 z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka i uchylające rozporządzenie (WE) nr 352/2009.