

PROBLEM RYZYKA W INWESTYCJACH SYSTEMÓW SRK¹

Wiesław Zabłocki

dr hab. Inż., prof. PW, Wydział Transportu, Politechnika
Warszawska, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, tel.:
+48 22 234 5481, e-mail: zab@wt.pw.edu.pl

Magdalena Kycko

mgr inż., Wydział Transportu, Politechnika Warszawska,
ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, Instytut Kolejnic-
twa, ul. Chłopskiego 50, 04-275 Warszawa

Streszczenie. *W dobie dynamicznych zmian w obszarze kolejnictwa polskiego, charakteryzujących się wzrostem intensywności inwestycji na rynku kolejowym, istotne stają się zagadnienia ryzyka inwestycji. W publikacji zostały przedstawione wybrane problemy analizy ryzyka oraz metody identyfikacji zagrożeń dotyczących inwestycji poczynwszy od fazy projektowania a skończywszy na procesie wdrożenia. Jako podstawę rozważań przyjęto odniesienia do metody RAMS.*

Słowa kluczowe: *ryzyko, inwestycje kolejowe, system srk.*

1. Wprowadzenie

Aktualnie, w warunkach dynamicznie, zmieniających się uwarunkowań politycznych i gospodarczych, podejmowanie decyzji inwestycyjnych i realizacja inwestycji są nierozłącznie powiązane z ryzykiem. Analizując zagadnienie ryzyka w inwestycjach nieodzownym staje się określenie pojęcia ryzyka. Ryzyko może odnosić się nie tylko do procesów inwestycyjnych, ale także do badań naukowych, gospodarki, transportu, procesów przemysłowych i wielu innych dziedzin. Celem analizy ryzyka procesu inwestycyjnego jest ocena możliwości poniesienia straty lub nie osiągnięcia zamierzonego efektu. Interesującą definicję ryzyka podaje autor [9] definiując ryzyko jako możliwość pojawienia się strat (szkód) w rozważanym systemie człowiek-technika-otoczenie w czasie funkcjonowania tego systemu. W szczególności podjęcie jakiegokolwiek decyzji w obszarze transportu kolejowego, wiąże się z określonym ryzykiem.

Powyższe rozumienie ryzyka nie jest jednak wystarczające do przeprowadzenia pełnej analizy rentowności inwestycji, jak i do podejmowania optymalnych decyzji. Pojęcie ryzyka można rozszerzyć jako możliwości wystąpienia wielu wzajemnie wykluczających się wyników (efektów) rzeczowych podjętej decyzji, przy równoczesnej możliwości określenia dla każdego wyniku jego wartości finansowej i prawdopodobieństwa wystąpienia każdego efektu rzeczowego. W przypadku inwestycji kolejowej nadrzędnym czynnikiem staje się bezpieczeństwo systemu, konstrukcji inżynierskiej lub systemu zarządzania i eksploatacji.

¹ Wkład autorów w publikację: Zabłocki W. 50 %, Kycko M. 50%

Złożona problematyka oceny ryzyka oraz jego znaczenia podczas dokonywania analizy projektów inwestycyjnych zdecydowała o podjęciu rozważań tych zagadnień.

2. Dokumenty prawne

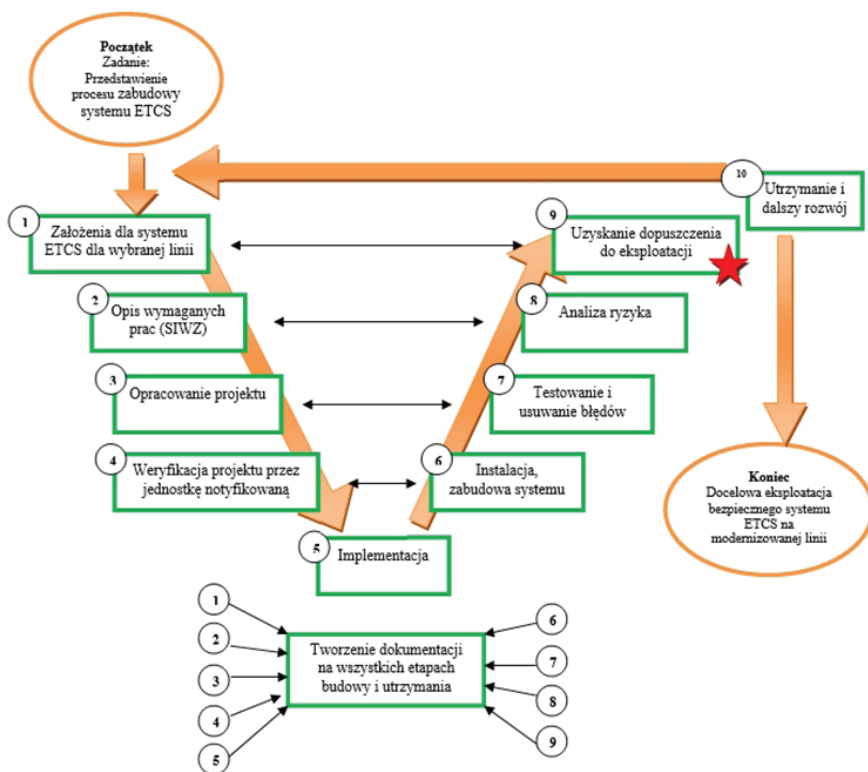
Podejście do bezpieczeństwa w transporcie kolejowym w Polsce i w Europie ulega znaczącej modyfikacji. Zmiany te zostały zainicjowane w 2004 r. zapisami dyrektywy w sprawie bezpieczeństwa kolei [2]. Dyrektywa wskazuje, że wszyscy operatorzy systemów kolejowych, zarządcy infrastruktury i przewoźnicy kolejowi powinni ponosić pełną odpowiedzialność za bezpieczeństwo systemu, każdy w swoim zakresie. Problematyka ta jest nowa dla sektora kolejowego i powoduje wiele nieporozumień natury interpretacyjnej, w szczególności, z tego powodu, że dotyczy styku nauk technicznych i nauk o zarządzaniu.

Przy realizacji inwestycji kolejowych obejmujących systemy srk wykonawcy są zobligowani do przestrzegania wymagań wielu dokumentów prawnych tj. norm, rozporządzeń czy też technicznych specyfikacji interoperacyjności (TSI). Wszystkie wymagania pośrednio bądź bezpośrednio mają na celu podniesienie poziomu bezpieczeństwa systemów w ramach realizacji danej inwestycji.

Bezpieczeństwo każdego systemu opiera się przede wszystkim na odpowiedniej dokumentacji dla tego systemu. W związku z wejściem Polski do struktur unijnych w obszarze bezpieczeństwa obowiązujące stały się normy oznaczone odpowiednio: PN-EN 50126 [3], PN-EN 50128 [5] oraz PN-EN 50129 [4]. W normie [3] określono niezawodność, gotowość, dostępność i bezpieczeństwo (RAMS – ang. Reliability, Availability, Maintainability and Safety), jako proces oparty o cykl życia systemu (ang. system life-cycle). W procesie tym zdefiniowano poszczególne etapy systemu i procedury związane z zatwierdzaniem przed przejściem do następnego etapu. (specyfikacja wymagań, projekt, implementacja, itp.). Norma [5] określa procedury i wymagania techniczne dotyczące projektowania oprogramowania bezpiecznego systemu elektronicznego sterowania i zabezpieczenia na kolei. Należy stwierdzić, że norma ta nie jest w pełni obligatoryjna. Norma [4] definiuje wymagania dotyczące projektowania, testowania, odbioru i zatwierdzania elektronicznych systemów, podsystemów i urządzeń sygnalizacji związanych z bezpieczeństwem w zastosowaniach kolejowych. Koncepcja bezpiecznych systemów komputerowych stosowanych w kolejnictwie zakłada bardzo niską intensywność usterek, co przy całkowitej niezależności kanałów przetwarzania (2 lub 3) gwarantuje znikome prawdopodobieństwo wystąpienia usterki podwójnej lub wielokrotnej – decydującej o uszkodzeniu katastroficznym (krytycznym). Proces projektowania, produkcji, wdrażania i eksploatacji komputerowych systemów srk ze względu na złożoność oraz spełnianie warunków bezpieczeństwa, przy zachowaniu warunków integralności struktury sprzętu i oprogramowania, SIL 4 wymaga stosowania szczególnych zasad i procedur. W obszarze wiedzy odnoszącej się do tego procesu istnieje szereg różnych standardów wypracowanych przez poszczególne

ośrodki, środowiska naukowe i przemysłowe, które tworzą własne standardy i nie spełniają wzajemnych warunków kompatybilności. Niezależnie od indywidualnie wypracowanych metod proces budowy systemu srk może przebiegać metodycznie w oparciu o zalecany schemat zwany cyklem V [6] z uwzględnieniem założeń analizy RAMS [3]. Przykład schematu V przedstawia rys. 1. Schemat uwzględnia poziom SIWZ (specyfikacja istotnych warunków zamówienia) i paralelne odniesienie do analizy ryzyka.

Kolejnym dokumentem, którego wymagania muszą być spełnione przez wykonawców inwestycji obejmujących systemy sterowania i kierowania ruchem jest Rozporządzenie 402/2013 [8]. W Europie wprowadzane są metody i narzędzia, których celem jest budowanie jednolitego podejścia do kwestii bezpieczeństwa na kolei wśród państw członkowskich. Jednym z takich narzędzi jest wspólna metoda bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka (CSM-RA), która (metoda) opisuje rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) [8], obowiązujące od 21 maja 2015 r.



Rys. 1. Schemat procesu zabudowy systemu ETCS w oparciu o cykl V

Źródło: [6]

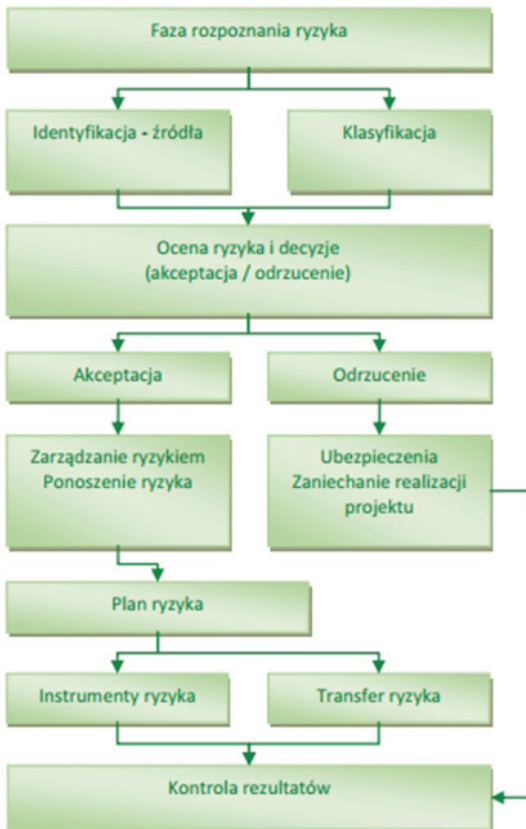
Podstawą opracowania wspólnej metody bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka, była potrzeba zharmonizowania na poziomie Unii Europejskiej metod stosowanych przez podmioty kolejowe uczestniczące w rozwoju i eksploata-

cji systemu kolejowego w celu identyfikacji ryzyka i zarządzania nim oraz metod wykazywania zgodności systemu kolejowego z wymogami bezpieczeństwa.

Zgodnie z przyjętą wspólną metodą bezpieczeństwa, podmiot wprowadzający zmianę w systemie kolejowym jest zobowiązany do przeprowadzenia oceny, czy dana zmiana ma wpływ na bezpieczeństwo, a w dalszej kolejności, czy ma ona charakter zmiany znaczącej. Ocena dokonywana jest w oparciu o kryteria wskazane w rozporządzeniu [8].

3. Analiza ryzyka w procesach inwestycyjnych

Ocena ryzyka staje się istotnym elementem całego procesu inwestycyjnego. Gdyby ryzyko nie istniało, zyski z inwestycji byłyby minimalne bądź zerowe. Z reguły inwestycje bardziej ryzykowne mogą przynieść potencjalnie większy zwrot, co jest oczywistą zachętą dla potencjalnego inwestora. Przedsiębiorstwa w zależności od nastawienia do ryzyka, a także kalkulacji potencjalnych korzyści związanych z działalnością inwestycyjną decydują o podjęciu bądź odrzuceniu danego projektu inwestycyjnego. W związku z tym analiza ryzyka powinna stanowić istotną część rachunku efektywności inwestycji.



Rys. 2. Cykl zarządzania ryzykiem
Źródło: opracowanie na podstawie [1]

Analiza ryzyka jest istotnym elementem projektowania, produkcji czy też eksploatacji urządzeń technicznych. Zapisy pojawiające się w niektórych normach dotyczących urządzeń i systemów srk, szczególnie związanych z bezpieczeństwem, nakładają wręcz na zespoły projektujące i producentów urządzeń obowiązek przeprowadzenia analizy ryzyka. Zgodnie z normą PN-EN 50126 [3], w której pokazany jest cykl życia systemu (np. systemu srk), analiza ryzyka jest niezbędnym i istotnym elementem horyzontu cyklu życia systemu.

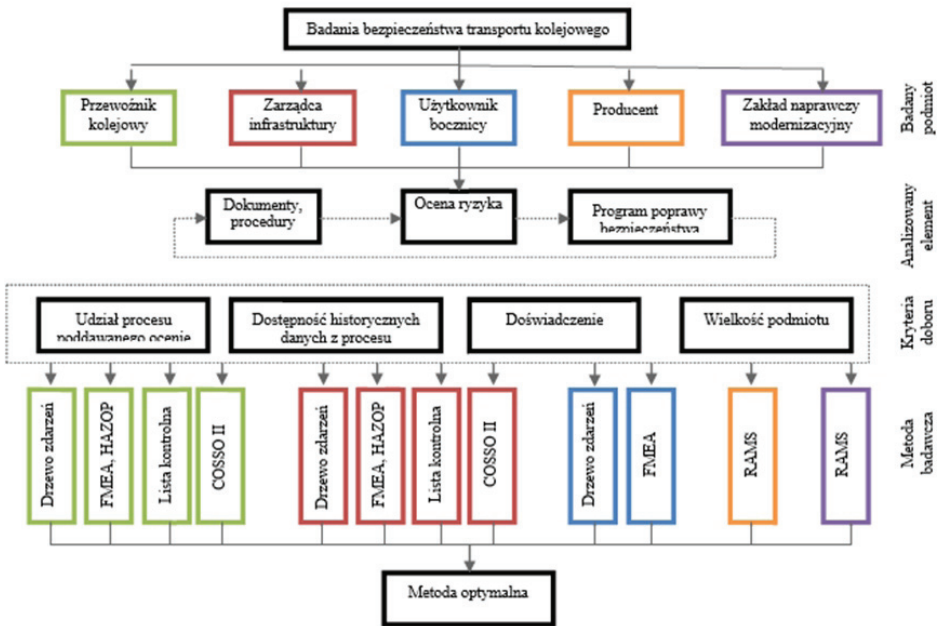
Analiza ryzyka projektu inwestycyjnego powinna obejmować trzy sfery. Pierwsza to badanie ryzyka wstępnego projektu (studium wykonalności), który obejmuje również koszty projektu oraz koszt kapitału. Drugim etapem jest badanie ryzyka na etapie wybranego już projektu, natomiast trzecim etapem jest ocena ryzyka na etapie zabudowy czy też realizacji danej inwestycji. Racjonalizacja podejścia do ryzyka i optymalizacja wielkości ryzyka wymaga przeprowadzenia procesu zarządzania ryzykiem. Przykład procesu zarządzania ryzykiem został przedstawiony na rys. 2. Istotnym przykładem zarządzania ryzykiem technicznym i operacyjnym jest np. procedura SMS-PR-02 [7]

4. Metody oceny ryzyka

Obecnie istnieją i są stosowane różne metody analizy ryzyka. Wybór metody jest uwarunkowany odniesieniem do systemu, dla którego zostanie przeprowadzona analiza ryzyka, a także od istotności i znaczenia inwestycji oraz od etapu realizacji. W praktyce występuje zbiór metod analizy ryzyka. Metody te, ujęte w pewien schemat strukturalny zostały przedstawione na rys. 3. Wyszczególnione metody mogą zostać także uzupełnione dodatkowo takimi metodami jak:

- analiza drzewa niezdatności,
- badania zagrożeń i gotowości operacyjnej,
- analiza niezawodności człowieka,
- metoda delhijska,
- symulacja Monte-Carlo i inne metody symulacyjne,
- przegląd danych w retrospekcji,
- ocena wielokryterialna.

Interesującym rozwiązaniem jest metoda wielokryterialna uwzględniająca i syntetyzująca oceny szeregu innych metod szczegółowych. Dla każdej z inwestycji należałoby dobrać odpowiednią metodę analizy ryzyka, która w najlepszy sposób opisywałaby występujące ryzyko. Dobór metody analizy ryzyka zależy od wielu różnorodnych czynników charakteryzujących inwestora, a także specyfiki samej inwestycji.



Rys. 3. Model badań bezpieczeństwa transportu kolejowego

Źródło: {6}

Decydenci mają indywidualną skłonność do podejmowania ryzyka, określoną wiedzę, umiejętności, doświadczenie, co wpływa na sposób, w jakiej oceniane i analizowane jest ryzyko. Przykłady zastosowania wybranych metod analizy ryzyka należące do różnych zakresów stosowalności zostały przedstawione w tab. 1.

Tab. 1. Zakres stosowalności wybranych metod analizy ryzyka

		Zakres stosowalności					
		Ocena na etapie studium wykonalności	Ocena na etapie projektu	Ocena na etapie zabudowy	Ocena w okresie eksploatacji	Ocena czynników ludzkich	Ocena niezawodności urządzeń
Metody analizy ryzyka	Analiza drzewa zdarzeń	X	X	X	X	X	X
	Analiza FMEA	X	--	--	X	X	--
	Analiza HAZOP	X	X	X	X	--	--
	Analiza drzewa niezdatności	--	--	--	X	--	X
	Analiza niezawodności człowieka	--	--	--	--	X	--
	Metoda delhijska	X	X	X	X	--	--
	Symulacja Monte-Carlo	X	X	X	X	--	X
	Przegląd danych w retrospekcji	X	X	X	X	X	X
	Analiza RAMS	X	--	--	--	--	X
	Ocena wielokryterialna	X	X	X	X	X	--

Źródło: opracowanie własne

5. Podsumowanie

Proces modernizacji zaczynając od dokumentacji przetargowej po uzyskanie certyfikatów WE i dopuszczenia do eksploatacji jest procesem złożonym, a stosowanie zobiektywizowanych metod standaryzujących precyzyjne rozwiązywanie problemów wspomagających inwestycje będzie istotny dla skrócenia czasu wdrożenia nowych systemów automatyzacji, kierowania i sterowania ruchem w transporcie kolejowym.

Literatura

- [1] Borkowski P., Ryzyko w działalności przedsiębiorstw. WUG, Gdańsk 2008.
- [2] Dyrektywa 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 29 kwietnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych z późniejszymi zmianami.
- [3] Norma PN-EN 50126:2002 Zastosowania kolejowe -- Specyfikacja niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa.
- [4] Norma PN-EN 50129:2007 Zastosowania kolejowe -- Systemy łączności, przetwarzania danych i sterowania ruchem -- Elektroniczne systemy sterowania ruchem związane z bezpieczeństwem.
- [5] Norma PN-EN 50128:2011 Zastosowania kolejowe -- Systemy łączności, przetwarzania danych i sterowania ruchem -- Oprogramowanie kolejowych systemów sterowania i zabezpieczenia.
- [6] Kycko M., Koncepcja metody i wyboru rozwiązania ERTM/ETCS dla linii kolejowej o zadanych parametrach ruchowo przewozowych. Praca magisterska, Wydział Transportu PW, Warszawa, 2015.
- [7] Procedura: Ocena ryzyka technicznego i operacyjnego, SMS-PR-02, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 2014.
- [8] 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.
- [9] Szopa T., Niezawodność i bezpieczeństwo. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2009.

