

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

WYDZIAŁ TRANSPORTU

DYSCYPLINA NAUKOWA
INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT
DZIEDZINA NAUK – NAUKI INŻYNIERYJNO – TECHNICZNE

Rozprawa doktorska

mgr Michał Zięba

**Model oceny ryzyka w transporcie kolejowym w kontekście
wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce**

Promotor

dr hab. inż. Anna Stelmach, prof. uczelni

Promotor pomocniczy

dr inż. Ignacy Góra

WARSZAWA 2022

Streszczenie

Model oceny ryzyka w transporcie kolejowym w kontekście wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce

Rozprawa poświęcona jest zagadnieniu przeprowadzania oceny ryzyka w transporcie kolejowym w Polsce. Szczególną uwagę poświęcono ocenie ryzyka dokonywanej w wyniku zmian w systemie kolei wprowadzanych przez przewoźników kolejowych, zarządców infrastruktury, podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pojazdów kolejowych oraz przez producentów wyrobów stosowanych w kolejnictwie. System kolejowy w Polsce podlega intensywnym zmianom wywołanym inwestycjami w modernizację linii kolejowych, zakup i wdrożenie do eksploatacji nowych typów pojazdów kolejowych. Dochodzi w związku z tym m.in. do modernizacji oraz budowy nowych podsystemów strukturalnych. Zmianom o charakterze technicznym towarzyszą zmiany w podsystemach funkcjonalnych a przede wszystkim w podsystemie: „Utrzymanie” i „Ruch kolejowy”.

Przegląd literatury pozwolił na zidentyfikowanie luki badawczej na styku Dyrektywy w sprawie bezpieczeństwa oraz Dyrektywy w sprawie interoperacyjności oraz sprecyzowanie wyzwań stojących przed polskim systemem kolei stosującym rozporządzenie Komisji nr 402/2013 określające wspólną metodę bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka. W rozprawie przedstawiono propozycję holistycznego modelu oceny ryzyka, w którym uwzględnione zostały zarówno aspekty techniczne, eksploatacyjne, organizacyjne, czynnik ludzki oraz zagadnienie ryzyka na interfejsach pomiędzy podsystemami strukturalnymi i funkcjonalnymi.

W rozprawie, w rozdziałach drugim i trzecim, dokonano m.in. analizy zadań poszczególnych uczestników polskiego systemu kolei podczas wdrażania interoperacyjności, identyfikacji źródeł ryzyka w trakcie realizacji zadań przez cztery podstawowe kategorie uczestników procesu transportowego, analizy dotychczasowych postępów we wdrażaniu interoperacyjności i problemów związanych ze zarządzaniem ryzykiem. W rozdziale trzecim przedstawiono również najważniejsze metody oceny ryzyka stosowane w polskim systemie kolei.

Rozdział czwarty zawiera rozważania dotyczące zasad stosowania oceny ryzyka w procesie wdrażania interoperacyjności i przedstawia specyfikę zarządzania ryzykiem przez poszczególnych uczestników procesu transportowego. W tej części przywołane zostały również statystyki agregowane przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego na temat ilości wdrożonych zmian w systemie kolei i ilości przeprowadzonych ocen ryzyka w wyniku uznania zmian za znaczące. Znikoma liczba sytuacji, gdy wprowadzający zmianę przeprowadza pełen proces oceny ryzyka tj. stosuje środki bezpieczeństwa i angażuje jednostkę oceniającą spowodowała sformułowanie tezy o potrzebie zmian w dotychczasowym modelu oceny ryzyka.

Rozdział piąty ma charakter utylitarny. Przedstawiono w nim przykłady niewłaściwego i niepełnego procesu oceny ryzyka, co doprowadziło w konsekwencji do powstania wypadków kolejowych podlegających badaniu przez Państwową Komisję Badania Wypadków Kolejowych. W rozdziale piątym, holistyczny model oceny ryzyka został zweryfikowany oraz przedstawione zostały przykłady jego zastosowania w warunkach polskich. Wykazano, że stosowanie modelu pozwoli na utrzymanie stanu bezpieczeństwa na akceptowalnym poziomie. Ostatni rozdział zawiera podsumowanie i wnioski rozprawy.

Słowa kluczowe: zarządzanie ryzykiem, ryzyko w transporcie kolejowym, metody oceny ryzyka, interoperacyjność, Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności

Summary

Risk assessment model for rail transport in the context of implementing interoperability on the railway system in Poland

The dissertation is devoted to the issue of carrying out risk assessment in the railway transport in Poland. Special attention was given to risk assessment carried out as a result of changes in the railway system introduced by railway undertakings, infrastructure managers, entities in charge of maintenance of railway vehicles and producers of railway products. Railway system in Poland is subject to intensive changes caused by investments in modernization of railway lines, purchase and placing in service of new types of railway vehicles. As a result, it comes to modernisation and construction of new structural subsystems. The changes of technical nature are accompanied by operational changes in functional subsystems: "maintenance" and "operation and traffic management".

Based on the review of literature it was found a research gap at the interface between the Safety Directive and the Interoperability Directive and it was possible to specify the challenges facing the Polish railway system applying Commission Regulation No 402/2013 defining a common safety method for risk evaluation and assessment. The thesis proposes a holistic model of risk assessment, which considers both technical, operational, organisational, human factor aspects and the issue of risk at the interfaces between structural and functional subsystems.

The thesis, in chapters two and three, analyses, among other things, the tasks of actors in the Polish railway system during the implementation of interoperability, identifies the sources of risk during the implementation of tasks by the abovementioned categories of participants of the transport process, analyses the progress in the implementation of interoperability and the problems associated with risk management. Chapter three also presents the most important risk assessment methods used in the Polish railway system.

Chapter four considers the principles of applying risk assessment in the process of implementing interoperability and presents the specifics of risk management done by actors of the transport process. This part also refers to statistics aggregated by the President of the Railway Transport Office on the number of implemented changes in the railway system and the number of risk assessments carried out as a result of considering the changes as significant. The small number of situations where the entity making the change carries out the full risk assessment process, i.e. applies safety measures and involves the Assessment Body, has led to the conclusion that changes in the current risk assessment model are needed.

The fifth chapter has utilitarian nature. It presents examples of inadequate and incomplete risk assessment process, which resulted in railway accidents to be investigated by the State Commission for the Investigation of Railway Accidents. In the fifth chapter, holistic model of risk assessment was verified and examples of its application in Polish conditions were presented. It was shown that using the model will allow to maintain safety at an acceptable level. The last chapter contains a summary and conclusions of the thesis.

Keywords: risk management, risk in rail transport, risk assessment methods, interoperability, Technical Specifications for Interoperability

SPIS TREŚCI

Streszczenie.....	3
Summary.....	4
WYKAZ WAŻNIEJSZYCH POJĘĆ I SKRÓTÓW UŻYWANYCH W ROZPRAWIE	7
1. Wprowadzenie	10
2. Opis stanu aktualnego.....	12
2.1. Opis stanu aktualnego w zakresie wdrażania interoperacyjności	12
2.2. Opis stanu aktualnego w zakresie stosowania oceny ryzyka	22
2.3. Sformułowanie problemu	28
2.4. Cel, teza i zakres rozprawy.....	33
3. Podstawy oceny ryzyka w transporcie kolejowym.....	37
3.1. Ryzyko, zagrożenie, zarządzanie ryzykiem	37
3.2. Zmiany w systemie kolejowym.....	48
3.3. Ciągła analiza ryzyka w organizacji.....	50
3.4. Metody stosowane do oceny ryzyka w transporcie kolejowym.....	61
3.5. Rejestr zagrożeń, wymogi bezpieczeństwa, rola jednostki oceniającej	77
4. Ocena ryzyka w procesie wdrażania interoperacyjności.....	83
4.1. Stan aktualny	83
4.2. Wspólne zasady oceny ryzyka w kontekście wdrażania interoperacyjności	85
4.3. Przewoźnicy kolejowi	97
4.4. Zarządcy infrastruktury	105
4.5. Podmioty odpowiedzialne za utrzymanie - ECM	112
4.6. Producenci	116
4.7. Wnioski	119
5. Model oceny ryzyka w systemie kolei w warunkach polskich	120
5.1. Przykładowe wypadki kolejowe, opis i analiza zdarzeń	120
5.1.1. Przypadek 1 – wypadek kategorii B11	120
5.1.2. Przypadek 2 – wypadek kategorii A18	121
5.1.3. Przypadek 3 – wypadek kategorii A20	123
5.2. Założenia	125
5.3. Struktura modelu	127
5.4. Przyjęcie metody oceny ryzyka, aplikacja w modelu	130
5.5. Weryfikacja modelu	136
5.6. Przykłady zastosowania metody	138
5.6.1. Przypadek 1 – wypadek kategorii B11.....	138

5.6.2. Przypadek 2 – wypadek kategorii A18	147
5.6.3. Przypadek 3 – wypadek kategorii A20	154
6. Podsumowanie i wnioski	161
6.1 Wnioski	161
6.2 Kierunki dalszych badań	163
7. Bibliografia	164
8. Spis tabel i rysunków	171

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH POJĘĆ I SKRÓTÓW UŻYWANYCH W ROZPRAWIE

Assessment Body (AsBo)	jednostka oceniająca dokonująca niezależnej oceny adekwatności stosowania procesu zarządzania ryzykiem oraz jego wyników
Analiza ryzyka	systematyczne wykorzystywanie wszystkich dostępnych informacji do identyfikowania zagrożeń i szacowania ryzyka [82]
Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN)	(fr. <i>Comité européen de Normalisation</i>) - stowarzyszenie techniczne z siedzibą w Brukseli, skupiające krajowe jednostki normalizacyjne. Jego zadaniem jest opracowywanie, przyjmowanie i rozpowszechnianie norm europejskich oraz innych dokumentów normalizacyjnych
Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki (CENELEC)	(fr. <i>Comité Européen de Normalisation Electrotechnique</i>) - stowarzyszenie techniczne z siedzibą w Brukseli, skupiające Krajowe Komitety Elektrotechniki zajmujące się opracowywaniem dobrowolnych norm z zakresu elektrotechniki i elektroniki w celu wspierania rozwoju Jednolitego Rynku Europejskiego w sektorze dóbr i usług elektrotechnicznych i elektronicznych
CSM	(ang. <i>Common Safety Methods</i> – wspólne metody oceny bezpieczeństwa (CSM), które powinny być opracowane w celu opisanie sposobów oceny: poziomu bezpieczeństwa, spełniania wymagań bezpieczeństwa oraz zgodności z innymi wymaganiami dotyczącymi bezpieczeństwa
CSM M	(ang. <i>Common Safety Method for monitoring</i>) – wspólna metoda oceny bezpieczeństwa odnosząca się do monitorowania
CSM RA	(ang. <i>Common Safety Method for risk evaluation and assessment</i>) – wspólna metoda oceny bezpieczeństwa odnosząca się do wyceny i oceny ryzyka
Dyrektywa 2004/49/WE	Dyrektywa 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia

	2004 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych
Dyrektywa 2016/798/UE	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei
Dyrektywa 2008/57/WE	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie
Dyrektywa 2016/797/UE	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/797 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei w Unii Europejskiej
EUAR	(ang. <i>European Union Agency for Railways</i>) - Agencja Kolejowa Unii Europejskiej
ERTMS	(ang. <i>European Rail Traffic Management System</i>) - Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym
Interoperacyjność	zdolność systemu kolei do zapewnienia bezpiecznego i nieprzerwanego przejazdu pociągów spełniających wymagany stopień wydajności [18]
Krajowy Organ Dochodzeniowy (NIB)	(ang. <i>National Investigation Body</i>) – w Polsce to Państwowa Komisja Badania Wypadków kolejowych
Krajowa Władza Bezpieczeństwa (NSA)	(ang. <i>National Safety Authority</i>) – w Polsce to Prezes Urzędu Transportu Kolejowego
Ryzyko	częstotliwość wypadków i incydentów prowadzących do szkody (spowodowanej zagrożeniem) oraz stopień powagi tej szkody
Ocena ryzyka	oznacza szacowanie ryzyka, w którym należy określić występujące zagrożenia, podatność elementów systemu lub urządzenia na te zagrożenia oraz prawdopodobieństwo wystąpienia skutków zagrożeń [82]
Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych (PKBWK)	stały i niezależny organ prowadzący badania poważnych wypadków, wypadków i incydentów działający przy Ministrze Spraw Wewnętrznych i Administracji

**Prezes Urzędu Transportu Kolejowego
(Prezes UTK)**

centralny organ administracji rządowej będący krajową władzą bezpieczeństwa i krajowym regulatorem transportu kolejowego w rozumieniu przepisów Unii Europejskiej z zakresu bezpieczeństwa, interoperacyjności i regulacji transportu kolejowego

Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności (TSI)

specyfikacje obejmujące podsystemy lub ich części w celu spełnienia zasadniczych wymagań systemu kolei, ogłaszane przez Komisję Europejską w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej [108]

Unia Europejska (UE)

gospodarczo-polityczny związek 27 demokratycznych państw europejskich, powstały 1 listopada 1993 roku na mocy podpisanego 7 lutego 1992 traktatu z Maastricht

Międzynarodowy Związek Kolei (UIC)

(fr. *Union Internationale des Chemins de fer*)
- organizacja z siedzibą w Paryżu, zrzeszająca przedsiębiorstwa zajmujące się transportem kolejowym i reprezentująca je na arenie międzynarodowej

1. Wprowadzenie

Idea interoperacyjności w systemie kolei związana jest z rozwojem normalizacji technicznej na obszarze Unii Europejskiej i ma na celu przynieść korzyści ekonomiczne i społeczne dla obywateli państw członkowskich oraz dla przedsiębiorców działających na rynku wspólnotowym. Zasada uspołniania systemów kolejowych w poszczególnych państwach członkowskich znajduje obecnie swoją podstawę w art. 171 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej, który określa możliwe działania UE w dziedzinie sieci transeuropejskich, w tym (obok sieci energetycznych i telekomunikacyjnych) w dziedzinie transportu. Unia Europejska w celu realizacji jednego ze swoich głównych zadań wynikających z TFUE tj. ustanowienia obszaru bez granic wewnętrznych, zobowiązała się do [97]:

- ustanowienia zbioru wytycznych obejmujących cele, priorytety i ogólne kierunki działań wraz ze wskazaniem projektów będących przedmiotem ponadnarodowego zainteresowania. Za takie wytyczne z całą pewnością można uznać kolejne dyrektywy w sprawie interoperacyjności systemu kolei;
- urzeczywistnienia każdego środka o charakterze technicznym lub prawnym, który będzie niezbędny do zapewnienia współdziałania między sieciami kolejowymi, w szczególności w zakresie normalizacji technicznej;
- wspierania projektów będących obszarem wspólnego zainteresowania popieranych przez państwa członkowskie, przy czym wsparcie to może przejawiać się w sporządzaniu analiz, gwarancjach kredytowych, bonifikatach oprocentowania lub bezpośredniej pomocy finansowej ze środków Funduszu Spójności.

Dążenie do osiągnięcia interoperacyjności poszczególnych systemów kolejowych w państwach członkowskich będzie skutkowało uzyskaniem właściwego poziomu harmonizacji technicznej co w rezultacie przełoży się na rozwój wewnętrznego rynku niezbędnych zasobów technicznych, intelektualnych i materialnych, na potrzeby budowy, odnowienia, modernizacji i eksploatacji systemu kolei w Unii Europejskiej [18].

Prowadzenie działalności przez przewoźników kolejowych w kilku państwach UE jest obecnie utrudnione ze względu na znaczne rozbieżności w poszczególnych systemach kolejowych. Wyróżnić obecnie można ponad 20 różnorodnych systemów sterowania ruchem kolejowym, kilkanaście rodzajów skrajni budowli usytuowanych na liniach kolejowych, 5 różnych szerokości torów (1000 mm, 1435 mm, 1520/1524 mm, 1600 mm, 1668 mm) oraz 5 systemów zasilania trakcji elektrycznej co ogranicza rozwój transportu kolejowego

a w szczególności połączenia transgraniczne i utrudnia utworzenie jednolitego rynku europejskiego [93] i [94]. W ocenie Autora w chwili obecnej w dalszym ciągu występują w Unii Europejskiej istotne rozbieżności pomiędzy krajowymi rozwiązaniami technicznymi, rozwiązaniami organizacyjnymi i prawnymi dotyczącymi wyrobów i sposobu prowadzenia działalności w sektorze kolejowym co uniemożliwia swobodny przepływ towarów i pasażerów pomiędzy państwami członkowskimi oraz nie sprzyja kompleksowym działaniom zapewniającym bezpieczeństwo realizacji procesu transportowego nie tylko na terenie UE ale także na obszarach państw Europy i Azji realizujących wspólne przewozy z krajami UE. Z tego względu, jeszcze w ubiegłym wieku rozpoczęto w UE prace legislacyjne zmierzające do ujednoczenia przepisów dotyczących realizacji kolejowego procesu transportowego, co pozwoliłoby na stworzenie interoperacyjnego systemu kolei w UE. Wydawane sukcesywnie od 2006 roku przez Radę i Parlament UE Dyrektywy, doprowadziły do opracowania tzw. Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI), które objęły swoim zasięgiem praktycznie wszystkie elementy systemu kolei w Unii Europejskiej w zakresie sieci kolejowej i pojazdów kolejowych mając na uwadze ich strukturę oraz funkcjonalność. Określone zostały również wymagania dotyczące takich obszarów jak bezpieczeństwo i niezawodność poszczególnych podsystemów i ich elementów. Są to jednak wymagania natury ogólnej, a w przypadku takich obszarów jak bezpieczeństwo czy niezawodność istotne są rozwiązania (metody, narzędzia) prowadzące do otrzymania jakościowych i ilościowych wyników pozwalających, początkowo na ocenę ryzyka a później na zapewnienie bezpieczeństwa elementów kolejowego procesu transportowego. W związku z tym konieczna jest analiza istniejących metod i narzędzi wykorzystywanych do tej pory w trakcie oceny bezpieczeństwa systemu kolejowego i na tej podstawie, mając na uwadze wdrażanie zasad, procedur i zaleceń w zakresie interoperacyjności systemu kolei w Polsce, opracowanie modelu oceny ryzyka w transporcie kolejowym, który mógłby być wykorzystany w analizie bezpieczeństwa systemu kolei w Polsce mając na uwadze uwarunkowania stwarzane przez proces wdrażania zasad interoperacyjności w polskim systemie kolejowym.

2. Opis stanu aktualnego

2.1. Opis stanu aktualnego w zakresie wdrażania interoperacyjności

Rozprawa jest próbą wykazania powiązań oraz interfejsów pomiędzy dwoma istotnymi aspektami polskiego systemu kolei tj. zarządzaniem bezpieczeństwem w rozumieniu Dyrektywy 2016/798 w sprawie bezpieczeństwa kolei oraz wdrażaniem interoperacyjności w rozumieniu Dyrektywy 2016/797 w sprawie interoperacyjności systemu kolei w UE.

Tym samym rozprawa dotyczy zagadnień zmian technicznych wprowadzanych do systemu kolei wynikłych z wdrażania interoperacyjności i stosowania Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności jak również analizuje sposób przeprowadzania oceny ryzyka przy okazji wprowadzanych zmian oraz przeprowadzanej podczas okresowej oceny ryzyka w organizacji. Ten ostatni aspekt tj. okresowa (np. coroczna) ocena ryzyka w odniesieniu do np. zmodernizowanego podsystemu strukturalnego jest szczególnie istotna w kontekście zebrania doświadczenia z eksploatacji zmienionego systemu technicznego.

Analizując aktualny stan wiedzy i literatury, dokonano analizy źródeł bibliograficznych w takich obszarach jak:

- metody oceny ryzyka stosowane w transporcie kolejowym,
- interoperacyjność systemu kolei,
- wprowadzanie zmian w systemie kolei przez przewoźników, zarządców infrastruktury, ECM oraz producentów wyrobów,
- bezpieczeństwo systemu kolejowego,
- przyczyny wypadków i poważnych wypadków kolejowych związanych z wprowadzonymi zmianami w systemie kolei.

Doświadczenie zdobyte w ramach prac Rady Zarządzającej Agencji Kolejowej Unii Europejskiej, grupy działającej w ramach Agencji pod nazwą „NSA Network” zrzeszającej przedstawicieli Krajowych Władz Bezpieczeństwa oraz doświadczenie zdobyte w toku realizacji obowiązków służbowych w Urzędzie Transportu Kolejowego oraz Polskim Centrum Akredytacji, pozwoliły na zidentyfikowanie luki badawczej na styku Dyrektywy w sprawie bezpieczeństwa oraz Dyrektywy w sprawie interoperacyjności jak również na zidentyfikowanie wyzwań stojących przed rynkiem transportu kolejowego stosującym Rozporządzenie Komisji nr 402/2013 i niedostatków w zakresie kultury bezpieczeństwa i stosowaniu metod oceny ryzyka.

Literatura krajowa dotycząca interoperacyjności [5][6][8][94][45][95][62][41] jak również liczne prace badawcze laboratoriów i jednostek certyfikujących skupiają się przede wszystkim na aspektach technicznych związanych z oceną zgodności wyrobów kolejowych w postaci podsystemów strukturalnych i składników interoperacyjności.

Na uwagę wśród źródeł zasługują publikację Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego dotyczące stosowania CSM RA [100], poradniki dotyczące zarządzania konfiguracją pojazdów kolejowych w świetle IV pakietu kolejowego [105], funkcji i osiągnięć poszczególnych komponentów pojazdów kolejowych [106] czy też niezwykle istotny plan działania na rzecz poprawy podejścia do zarządzania bezpieczeństwem opartego na ryzyku [103].

Literatura związana z oceną ryzyka w transporcie kolejowym obejmuje w dużej mierze wytyczne związane z tworzeniem systemów zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem oraz opisem możliwych do zastosowania metod badawczych [86][87][38][27][13][48][37][92]. Duża część literatury poświęcona jest natomiast aspektom niezawodności systemów technicznych [96][88][50][28][17] oraz interesującemu i aktualnemu zagadnieniu cyberbezpieczeństwa [44][64]. Nie bez znaczenia pozostają również publikacje organizacji branżowych [32] i jednostek oceniających adekwatność przeprowadzonego procesu zarządzania ryzykiem (Assessment Body – AsBo) mających znaczenie edukacyjne i popularyzujące wiedzę o zarządzaniu ryzykiem wśród uczestników rynku.

Zagadnienia interoperacyjności oraz oceny ryzyka we wzajemnym powiązaniu zostały przedstawione w pracy [62][113] przy czym nie obejmowała ona skutków błędów w toku oceny ryzyka oraz zjawisku znikomej liczby zmian znaczących w polskim systemie kolei. W innej pracy poświęconej interoperacyjności [63] podkreślono natomiast, że poza dostosowaniem wyrobów kolejowych do wymagań interoperacyjności, przed wdrożeniem zmiany, konieczne jest doprecyzowanie wszelkich szczegółów eksploatacyjnych oraz zbudowanie kompetencji personelu szczególnie w obszarze systemów prowadzenia ruchu kolejowego.

W obszarze bezpieczeństwa w lotnictwie cywilnym, analizie przyczyn wypadków i incydentów lotniczych poświęcone są m.in. prace [89][90][49].

Analiza literatury wskazuje zatem na brak w obszarze transportu kolejowego, kompleksowego opracowania przedstawiającego powiązania pomiędzy wyzwaniem wdrażania interoperacyjności oraz prowadzenia oceny ryzyka wraz z przedstawieniem skutków nieprawidłowo przeprowadzonej oceny ryzyka lub braku przeprowadzenia takiej oceny.

Ponadto w literaturze brak jest krytycznej analizy zagadnienia zarządzania ryzykiem przez przewoźników kolejowych, zarządców infrastruktury, podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pojazdów kolejowych oraz producentów. Mając na uwadze bardzo dużą liczbę zmian w systemie kolei w Polsce związanych m.in. z wdrażaniem Krajowego Programu Kolejowego [54] oraz niski udział zmian zakwalifikowanych jako znaczące a tym samym wymagających przeprowadzenia ryzyka, potrzebne stało się zaproponowanie nowej metodyki sporządzania oceny ryzyka w warunkach polskich oraz postulatów zmian obecnego systemu.

Przedstawione w niniejszej pracy podejście do oceny ryzyka jest oryginalnym i autorskim sformułowaniem problemu, które może zostać wykorzystane przez uczestników procesu transportowego oraz organy administracji z korzyścią dla bezpieczeństwa transportu kolejowego.

Jak wspomniano we wprowadzeniu do niniejszej rozprawy, idea interoperacyjności kolei UE narodziła się w II połowie XX wieku i wraz z rozwojem kolejnictwa, zwłaszcza kolei dużych prędkości w krajach unijnych, rozpoczęto prace nad jej legislacyjnym ustrukturyzowaniem i formalnym wdrażaniem.

Z tego względu, organy ustawodawcze Unii Europejskiej, bazując na TFUE oraz historycznych przepisach prawa pierwotnego UE wydawały kolejne dyrektywy w sprawie interoperacyjności systemu kolei:

- Dyrektywy Rady 96/48/WE z dnia 23 lipca 1996 r. w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości;
- Dyrektywę 2001/16/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 19 marca 2001 r. w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych;
- Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie;
- Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2016/797/WE z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei w Unii Europejskiej.

Jak wynika z powyższego zestawienia, idea interoperacyjności w systemie kolei wywodzi się z sieci kolei dużych prędkości. Miało to zapobiec sytuacji zróżnicowania technologicznego w poszczególnych państwach UE. Wydana w 1996 r. dyrektywa 96/48 wskazywała na konieczność opracowania tzw. Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności, w które zawierać miały standardy techniczne dla kolei dużych prędkości we Wspólnocie. Specyfikacje te zostały wprowadzone do stosowania w formie decyzji Komisji Europejskiej w 2002 r.

Pierwotnie, projekty specyfikacji TSI opracowywane były w dwóch etapach. W pierwszym etapie, wspólny organ przedstawicielski wspólnotowego rynku kolejowego określał podstawowe założenia dla danej specyfikacji, jak również interfejsy, w których dochodziło do oddziaływania z innymi podsystemami. Dla każdego z tych parametrów i obszarów, przedstawione były najbardziej realne rozwiązania i warianty wraz z uzasadnieniem techniczno-ekonomicznym. W drugim etapie, wspólny organ przedstawicielski opracowywał projekt specyfikacji TSI uwzględniający postęp techniczny, poziom normalizacji na szczeblu międzynarodowym oraz osiągnięcia środowiska naukowo – badawczego. Do projektu TSI dołączana była ocena kosztów i korzyści z przyjęcia poszczególnych specyfikacji interoperacyjności [71]. Jako wspólny organ przedstawicielski mandat otrzymało Europejskie Zrzeszenie dla Interoperacyjności Kolei (Association Europeenne pour L’Interoperabilite Ferroviaire – AEIF), utworzone przez UIC (Międzynarodowy Związek Kolei), UNIFE (Związek Europejskich Producentów Kolejowych), oraz UITP (Międzynarodową Unię Transportu Publicznego).

Jako pierwsze, w 2002 r. wydane zostały w formie Decyzji Komisji Europejskiej - Techniczne Specyfikacje dla podsystemów Infrastruktura, Energia, Tabor, Sterowanie.

Kolejne dyrektywy UE rozszerzały zakres stosowania przepisów prawa Unii Europejskiej, prowadząc do pogłębienia harmonizacji technicznych aspektów transportu kolejowego. Jak już wspomniano, początkowo tj. od 1996 r. interoperacyjnością objęte były jedynie koleje dużych prędkości i te państwa członkowskie, które należały wówczas do Unii Europejskiej. W Polsce pierwsza implementacja dyrektywy unijnej do polskiego porządku krajowego miała miejsce w 2004 r., na podstawie ustawy zmieniającej ustawę o transporcie kolejowym z 20 kwietnia 2004 r. która transponowała postanowienia Dyrektywy 2001/16/WE. Kolejnymi nowelizacjami ustawy z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym wprowadzane były zmiany mające dostosować najważniejszy krajowy akt prawny do prawa Unii Europejskiej. W chwili obecnej, aktualnie obowiązująca jest Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2016/797/WE z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei w Unii Europejskiej, która zastąpiła Dyrektywę 2008/57/WE. Została implementowana do krajowego porządku prawnego w dniu 28 lipca 2021 r. Dyrektywa ta szeroko określa swój zakres zastosowania powodując, że w chwili obecnej idea zapewnienia interoperacyjności obejmuje swoim zasięgiem następujące elementy systemu kolei w Unii Europejskiej:

1. W zakresie sieci kolejowej:

- a) nowo wybudowane linie dużych prędkości, przeznaczone dla prędkości równych lub przekraczających 250 km/h,
- b) zmodernizowane linie dużych prędkości przeznaczone dla prędkości rzędu 200 km/h,
- c) specjalnie zmodernizowane linie dużych prędkości, posiadające szczególne cechy będące rezultatem ograniczeń związanych z topografią, rzeźbą terenu i planowaniem urbanistycznym, na których to liniach prędkość musi być dostosowywana do warunków. Ta kategoria obejmuje również linie łączące sieci dużych prędkości oraz sieci konwencjonalne, linie przebiegające przez dworce, dostęp do terminali, lokomotywni itp., z których korzysta tabor dużych prędkości poruszający się z prędkością konwencjonalną,
- d) konwencjonalne linie przeznaczone dla ruchu pasażerskiego,
- e) konwencjonalne linie przeznaczone dla ruchu mieszanego (pasażerskiego i towarowego),
- f) konwencjonalne linie przewidziane na potrzeby przewozów towarowych;
- g) pasażerskie węzły przesiadkowe,
- h) towarowe centra logistyczne łącznie z terminalami intermodalnymi,
- i) linie łączące powyższe elementy.

Sieć ta obejmuje systemy zarządzania ruchem, śledzenia i nawigacji: urządzenia techniczne do przetwarzania danych i telekomunikacji przeznaczone dla dalekobieżnych przewozów pasażerskich i towarowych na sieci, w celu zagwarantowania bezpiecznego i harmonijnego funkcjonowania sieci kolejowej i efektywnego zarządzania ruchem.

2. W zakresie pojazdów kolejowych:

- a) lokomotywy i tabor pasażerski, w tym jednostki trakcyjne napędzane energią cieplną i elektryczne, pociągi pasażerskie napędzane energią cieplną i elektryczne oraz wagony pasażerskie,
- b) wagony towarowe, w tym niskopodłogowe pojazdy przeznaczone dla całej sieci i pojazdy przeznaczone do przewozu samochodów ciężarowych,
- c) pojazdy specjalne, takie jak maszyny torowe.

Wykaz tych pojazdów obejmuje pojazdy specjalnie zaprojektowane do eksploatacji na różnych rodzajach linii dużych prędkości opisanych powyżej [18].

Przepisy prawa Unii Europejskiej dzielą system kolei na podsystemy strukturalne i podsystemy funkcjonalne. Ze względu na znaczną różnorodność poszczególnych gałęzi systemów transportu kolejowego, prawodawca unijny określił zatem następujące podsystemy:

- Infrastruktura,
- Sterowanie – urządzenia przytorowe,
- Sterowanie – urządzenia pokładowe,
- Energia,
- Tabor,

oraz podsystemy funkcjonalne (eksploatacyjne):

- Ruch kolejowy,
- Utrzymanie,
- Aplikacje telematyczne dla przewozów pasażerskich i towarowych [18].

Poszczególne podsystemy strukturalne obejmują, odpowiednio, następujące elementy systemu kolei:

- tory, rozjazdy, mosty, tunele, perony, strefy ograniczonego dostępu oraz urządzenia i systemy bezpieczeństwa,
- przytorowe urządzenia europejskiego systemu sterowania pociągiem ETCS oraz przytorowe urządzenia europejskiego systemu łączności bezprzewodowej GSM-R dla których wymagania zostały określone w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności. W skład tego podsystemu wchodzi również wszelkie inne urządzenia sterowania ruchem kolejowym, dla których nie określono wymagań na poziomie Unii Europejskiej,
- pokładowe urządzenia europejskiego systemu sterowania pociągiem ETCS oraz pokładowe urządzenia europejskiego systemu łączności bezprzewodowej GSM-R oraz pokładowe systemy klasy B, dla których nie określono wymagań na poziomie Unii Europejskiej,
- podstacje trakcyjne, kabiny sekcyjne, sieć jezdnią i sieć powrotną oraz zabezpieczenia elektryczne i systemy pomiaru energii elektrycznej,
- strukturę pojazdów, systemy sterowania pojazdami, odbieraki prądu, elementy trakcyjne i przetwarzania energii, elementy układu hamowania, sprzęgi i urządzenia biegowe, drzwi oraz urządzenia i systemy bezpieczeństwa [62].

Dla każdego z podsystemów strukturalnych prawodawca unijny określił wymagania zasadnicze, których spełnienie oznacza osiągnięcie przez dany podsystem wymogów interoperacyjności systemu kolei. Wymaganiami zasadniczymi określonymi zarówno w Dyrektywie 2008/57/WE jak i w Dyrektywie 2016/797/UE są:

1. Bezpieczeństwo,
2. niezawodność i dostępność,
3. Zdrowie,
4. Ochrona środowiska naturalnego,
5. Zgodność techniczna,
6. Dostępność (dla osób z ograniczoną możliwością poruszania).

Dla celów niniejszej rozprawy, najistotniejsze znaczenie mają wymagania zasadnicze dla podsystemów strukturalnych i innych wyrobów kolejowych dotyczące bezpieczeństwa jako najważniejszego wymagania zasadniczego, niezawodności i dostępności złożonego systemu technicznego, oraz zgodności technicznej rozumianej jako wewnętrzna spójność taboru z infrastrukturą. Dodać należy, że wymóg ten obejmuje również pojęcie bezpiecznej integracji podsystemów składających się na pojazdy kolejowe z podsystemami zabudowanymi na sieci kolejowej (tzw. Fixed installations).

W przypadku, gdy nie jest możliwe ujęcie w wybranej TSI pewnych aspektów technicznych odnoszących się do zasadniczych wymagań, powinny one zostać wyraźnie określone jako tzw. „punkty otwarte” tj. te fragmenty wymagań technicznych, które nie zostały zharmonizowane. W odniesieniu do tych otwartych punktów, podobnie jak w zakresie przypadków szczególnych dotyczących specyficznych elementów krajowych systemów kolejowych, zastosowanie znajdują przepisy krajowe, które powinny być notyfikowane Komisji Europejskiej i pozostałym państwom członkowskim [18][22].

W warunkach polskich mamy do czynienia z wdrażaniem zasad interoperacyjności w stosunku do wszystkich podsystemów strukturalnych tj. zarówno znajdujących się na liniach kolejowych jak i stanowiących elementy suprastruktury transportu kolejowego tj. pojazdów kolejowych. Ma to związek z realizowanymi na liniach kolejowych w Polsce inwestycjami w modernizację i budowę nowych linii kolejowych i tym samym zabudowanych na nich podsystemach strukturalnych – Infrastruktura, Energia, Sterowanie – urządzenia przytorowe.

W chwili obecnej w dalszym ciągu realizowany jest Krajowy Program Kolejowy do 2023 roku (zwany dalej: „KPK” lub „Krajowy Program Kolejowy”) wprowadzony do stosowania

„Uchwałą Rady Ministrów nr 162/2015 z dnia 15 września 2015 r. w sprawie ustanowienia Krajowego Programu Kolejowego do 2023 roku” [72]. Dokument ten realizuje szersze strategie przyjęte przez Radę Ministrów dla całego obszaru polskiej gospodarki, w tym „Strategię Rozwoju Kraju 2020” oraz „Strategię Rozwoju Transportu do 2020 z perspektywą do 2030 roku” [55].

Istotną informacją jest, że Krajowy Program Kolejowy obowiązuje do roku 2023, czyli do momentu, w którym kończy się możliwość dofinansowania projektów w ramach perspektywy finansowej Unii Europejskiej na lata 2014-2020. Dokument określa wielkość i źródła finansowania poszczególnych inwestycji w modernizację infrastruktury kolejowej w tym określa poziom finansowania inwestycji z budżetu pochodzącego z Unii Europejskiej.

Fakt współfinansowania zdecydowanej większości inwestycji opisanych w Krajowym Programie Kolejowym z budżetu Unii Europejskiej jest jednym z determinantów stosowania, podczas projektowania i realizacji tych inwestycji, Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności. Potwierdzenie zgodności zmodernizowanych podsystemów z zasadniczymi wymaganiami interoperacyjności stanowi natomiast niezbędny warunek do rozliczenia inwestycji współfinansowanej ze środków Unii Europejskiej.

Cel główny KPK obejmuje wzmocnienie roli transportu kolejowego w zintegrowanym systemie transportowym kraju poprzez stworzenie spójnej i nowoczesnej sieci linii kolejowych. Przyjęty cel główny wynika bezpośrednio z zapisów Strategii Rozwoju Transportu stanowiącej nadrzędny dokument systemowy w Polsce. Komplementarne wobec celu głównego cele szczegółowe obejmują:

- wzmocnienie efektywności transportu kolejowego,
- zwiększenie bezpieczeństwa funkcjonowania transportu kolejowego,
- poprawę jakości w przewozach pasażerskich i towarowych [72].

Jak wynika z celów szczegółowych Krajowego Planu Kolejowego, dotyczy on inwestycji w stałe podsystemy strukturalne: Infrastruktura, Energia i Sterowanie – urządzenia przytorowe. Inne programy finansowe dedykowane inwestycjom kolejowym, zarówno ogólnopolskie jak i programy regionalne, przewidują natomiast między innymi modernizację i zakup nowych środków transportowych jak elektryczne i spalinowe zespoły trakcyjne, lokomotywy, wagony towarowe i pasażerskie.

Jedną z głównych zasad jakimi kierują się instytucje i podmioty realizujące założenia Krajowego Programu Kolejowego oraz innych projektów kolejowych tj. zarządcy

infrastruktury, przewoźnicy kolejowi czy producenci taboru kolejowego, jest zapewnienie zgodności realizowanych inwestycji z zasadami interoperacyjności. Świadczą o tym m.in. znajdujące się w dokumentacji zamówień na dostawy taboru lub zamówień na modernizację linii kolejowych zobowiązania do stosowania Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności mających zastosowanie w przypadku poszczególnych inwestycji.

Jako przykład kluczowych modernizacji linii kolejowych wynikających z Krajowego Programu Kolejowego można wyróżnić:

- budowę infrastruktury systemu ERTMS/GSM-R na liniach kolejowych PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w ramach Narodowego Planu Wdrożenia ERTMS;
- modernizację linii kolejowej E75 Rail Baltica Warszawa-Białystok-granica z Litwą, etap I, odcinek Warszawa Rembertów-Zielonka-Tłuszcz (Sadowne) Faza II;
- modernizację linii kolejowej E30/C-E30 odcinek Kraków-Rzeszów etap III, II Faza;
- modernizację linii kolejowej E59 na odcinku Wrocław-Poznań etap III odcinek Czempin-Poznań Faza II;
- modernizację linii kolejowej nr 8, odcinek Warszawa Okęcie - Radom (LOT A, B, F) Faza II;
- poprawę dostępu kolejowego do Portu Gdańsk (most, dwutorowa linia kolejowa) - Faza II;
- udrożnienie Łódzkiego Węzła Kolejowego (TEN-T), etap I, odcinek Łódź Widzew – Łódź Fabryczna;
- modernizację linii kolejowej nr 4 - Centralna Magistrala Kolejowa;
- modernizację linii kolejowej E 65/C-E 65 na odcinku Warszawa - Gdynia – w zakresie warstwy nadrzędnej LCS, ERTMS/ETCS/GSM-R, DSAT oraz zasilania układu trakcyjnego - Faza II;
- modernizację linii kolejowej nr 7 Warszawa Wschodnia Osobowa – Dorohusk na odcinku Warszawa – Otwock – Dęblin – Lublin, etap I.

Wszystkie wymienione powyżej inwestycje służyły m.in. wdrożeniu na polskich liniach kolejowych Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności i służyły poprawie dostępności polskiej infrastruktury dla ponadnarodowych przewozów towarowych i pasażerskich a w konsekwencji rozwojowi wspólnego rynku Unii Europejskiej. Tym samym ich realizacja, mająca na celu poprawę komfortu pasażerów, poprawę szybkości transportu towarów

i poprawę bezpieczeństwa prowadzenia ruchu, służy również wdrażaniu interoperacyjności w polskim systemie kolei.

Jednym z założeń Krajowego Programu Kolejowego jest bowiem prowadzenie „inwestycji przy spełnieniu wymagań obowiązujących norm budowlanych i warunków technicznych, technicznych specyfikacji interoperacyjności (TSI) oraz przepisów branżowych, co znajdzie potwierdzenie w odpowiedniej dokumentacji poszczególnych zadań” [72] natomiast w obszarze realizacji taborowych jednym z najważniejszych zadań jest „zapewnienie dostępu do transportu kolejowego osobom o ograniczonej możliwości poruszania się, z uwzględnieniem uregulowań wskazanych w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 1300/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznych specyfikacji interoperacyjności odnoszących się do dostępności systemu kolei Unii dla osób niepełnosprawnych i osób o ograniczonej możliwości poruszania się” [72]. Obowiązek stosowania zasad interoperacyjności podczas realizacji projektów współfinansowanych z budżetu Unii Europejskiej był również aktualny w przypadku dostaw i modernizacji taboru kolejowego.

Realizowanie zasad interoperacyjności odbywało się w warunkach polskich również w unijnej perspektywie finansowej 2007 – 2013 w ramach realizacji „Wieloletniego programu inwestycji kolejowych do roku 2015”. Jedynymi z najważniejszych modernizacji jakie przeprowadzono na polskiej sieci kolejowej w ramach WPIK są m. in. „Modernizacja linii kolejowej E 65/C–E 65 na odcinku Warszawa – Gdynia” oraz „Modernizacja linii kolejowej E 30/C-E 30, etap II”, „Modernizacja linii kolejowej Warszawa - Łódź, etap II” czy „Modernizacja linii kolejowej E 59 na odcinku Wrocław – Poznań, etap II” [56].

Projekty zawarte w obu programach obejmowały inwestycje na liniach kolejowych, których źródłem finansowania są środki uzyskane w ramach perspektyw finansowania Unii Europejskiej jak również środki pochodzące z budżetu kraju. Celami obu projektów była modernizacja oraz budowa linii i stacji kolejowych wraz z budowlami inżynierskimi, urządzeniami zasilania, sterowania ruchem kolejowym, łączności i inwestycji taborowych [9].

Realizowane na polskich liniach kolejowych oraz w taborze przewoźników kolejowych programy modernizacji podsystemów strukturalnych oraz dostawy nowych podsystemów (w tym zakup nowego taboru, wybudowanie nowej linii kolejowej czy doposażenie taboru w nowy system sterowania ruchem kolejowym) wiążą się zatem z wprowadzaniem zmian w systemie kolei o charakterze technicznym, eksploatacyjnym i organizacyjnym. Zmiany w systemie kolei powstałe w wyniku projektów inwestycyjnych, z samej swojej natury,

powodują wzrost poziomu ryzyka w organizacji i stan ten wymaga stosownych działań obniżających poziom ryzyka do wartości akceptowalnych.

2.2. Opis stanu aktualnego w zakresie stosowania oceny ryzyka

Budowa wspólnego rynku usług transportu kolejowego w Unii Europejskiej (wówczas jeszcze w EWG) rozpoczęła się od Dyrektywy Rady Europejskiej Wspólnoty Gospodarczej z dnia 29 lipca 1991 r. w sprawie rozwoju kolei wspólnotowych. Podkreślenia wymaga, że jedynie w podstawowym zakresie dotyczyła kwestii związanych z bezpieczeństwem transportu kolejowego. Kolejnym kluczowym aktem prawnym prawa Unii Europejskiej, obejmującym pośrednio również obszar bezpieczeństwa systemu kolei była Dyrektywa 2001/14/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 26 lutego 2001 r. w sprawie alokacji zdolności przepustowej infrastruktury kolejowej i pobierania opłat za użytkowanie infrastruktury kolejowej oraz certyfikacji w zakresie bezpieczeństwa [71]. Stanowiła ona znaczący krok w kierunku uregulowania europejskiego rynku transportu kolejowego w stronę umożliwiającą jego otwarcie dla międzynarodowych przewozów towarów koleją. Zagadnienie bezpieczeństwa eksploatacji pojazdów kolejowych i prowadzenia ruchu kolejowego w sposób kompleksowo uregulowane zostało dopiero w Dyrektywie 2004/49/WE. Prawodawca unijny uznał bowiem, że państwa członkowskie UE stworzyły do tej pory swoje własne i zróżnicowane przepisy i standardy bezpieczeństwa, w oparciu o krajowe koncepcje techniczno-operacyjne. Równocześnie, zidentyfikowane przez organy Unii Europejskiej różnice w zasadach oraz podejściu do bezpieczeństwa utrudniały przełamanie barier technicznych i stworzenie podstaw dla ponadnarodowej działalności transportowej w całej Wspólnocie [21][84][85].

Jak zostało podkreślone w preambule do Dyrektywy, prawne uwarunkowania w sprawie bezpieczeństwa okazały się dotychczas niewystarczające i pozostały różnice w wymaganiach dotyczących bezpieczeństwa, co utrudniało rozwój wspólnego rynku. Priorytetem dla organów Unii Europejskiej okazało się zatem aby zharmonizować prawne regulacje w sprawie bezpieczeństwa, certyfikację w zakresie bezpieczeństwa przewoźników kolejowych, zadania i role władz do spraw bezpieczeństwa i badanie wypadków kolejowych przez niezależne instytucje w każdym z państw członkowskich [21].

W wyniku realizacji ram prawnych określonych w Dyrektywie 2004/49/WE zostało zbudowane w Unii Europejskiej jednolite podejście do certyfikacji organizacji kolejowych i zadań Krajowych Władz Bezpieczeństwa (ang. National Safety Authority - NSA).

W konsekwencji wejścia w życie Dyrektywy 2004/49/WE stopniowo wprowadzano wspólne wymagania bezpieczeństwa (ang. Common Safety Targets - CST) i wspólne metody oceny bezpieczeństwa (ang. Common Safety Methods - CSM), aby zapewnić, że wysoki poziom bezpieczeństwa został zachowany lub podniesiony [38][46]. Wprowadzenie narzędzi do oceny bezpieczeństwa w postaci wspólnych celów bezpieczeństwa (CST) i wspólnych metod bezpieczeństwa (CSM) dostarczyło narzędzi oceny poziomu bezpieczeństwa i działalności organizacji kolejowych zarówno na szczeblu państw członkowskich, jak i całej Unii Europejskiej. W chwili obecnej, obowiązująca jest już nowa Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei, która (jak już zostało wspomniane) w Polsce została implementowana w dniu 28 lipca 2021 r. [76]. Na mocy Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/700 z dnia 25 maja 2020 r. zmieniającej dyrektywy (UE) 2016/797 i (UE) 2016/798 w odniesieniu do przedłużenia okresu ich transpozycji, termin wejścia w życie filaru technicznego IV pakietu kolejowego został przesunięty z 16 czerwca 2020 r. na 31 października 2020 r. ze względu na stan epidemii wywołany wirusem SARS CoV-2 [20] i z tym dniem weszły w życie niektóre rozporządzenia wykonawcze do ww. Dyrektyw [114][115].

Zarządzanie bezpieczeństwem przez uczestników procesu transportowego w Unii Europejskiej opiera się na zarządzaniu ryzykiem w organizacji z wykorzystaniem wdrożonych systemów zarządzania bezpieczeństwem stanowiących zbiór procedur postępowania w oparciu o podejście systemowe i procesowe. Innymi słowy, proces zarządzania ryzykiem, w tym zarządzania ryzykiem związanym z wprowadzaniem zmian, ma charakter podstawowy w ramach systemowego podejścia do zarządzania bezpieczeństwem przedsiębiorstwa [77][85]. Pozyskiwane informacje zwrotne pochodzące z tego procesu umożliwiają identyfikowanie zagrożeń oraz podejmowanie działań zapobiegawczych eliminujących lub minimalizujących prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzeń potencjalnie niebezpiecznych. Informacje pochodzące z procesu zarządzania ryzykiem mają również istotne znaczenia dla innych procesów realizowanych w organizacji kolejowej. Podejście do zarządzania ryzykiem powstałym w wyniku zmian jest również zestandaryzowane w całej Unii Europejskiej i powinno być przeprowadzone w oparciu o zasady określone w treści wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka. W Unii Europejskiej odbywa się obecnie na podstawie rozporządzenia 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 (dalej jako: „CSM RA” lub rozporządzenie

Komisji (UE) nr 402/2013). Rozporządzenie Komisji (UE) nr 402/2013 jest bowiem jedną ze stosowanych powszechnie w UE Wspólnych Metod Oceny Bezpieczeństwa (ang. Common Safety Method - CSM). Wspólne metody oceny bezpieczeństwa (CSM) oznaczają metody, które powinny być opracowane w celu opisanie sposobów oceny: poziomu bezpieczeństwa, spełniania wymagań bezpieczeństwa oraz zgodności z innymi wymaganiami dotyczącymi bezpieczeństwa. Rozporządzenie to obowiązuje wszystkich wnioskodawców w rozumieniu ww. aktu prawnego, w tym przewoźników kolejowych, zarządców infrastruktury kolejowej, podmioty odpowiedzialne za utrzymanie (ECM) czy producentów wyrobów kolejowych. Zasady wyceny i oceny ryzyka zostały ustalone na poziomie Unii Europejskiej już w 2009 r. w formie rozporządzenia Komisji (WE) nr 352/2009 z dnia 24 kwietnia 2009 r. w sprawie przyjęcia wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka, o której mowa

w art. 6 ust. 3 lit. a) dyrektywy 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady. Stosowane obecnie rozporządzenie Komisji (UE) nr 402/2013 stanowi zatem kontynuację i rozwinięcie dotychczasowych zasad postępowania.

Jak wskazuje się w literaturze [82][100][12][38], w systemie kolei można zidentyfikować następujące rodzaje i obszary ryzyka :

- ryzyko związane z działalnością zarządcy infrastruktury, przewoźnika kolejowego lub podmiotu odpowiedzialnego za utrzymanie (ECM),
- ryzyko związane ze świadczonymi usługami utrzymania i dostarczaniem materiałami,
- ryzyko związane z zaangażowaniem wykonawców i kontrolą dostawców,
- ryzyko wynikające z działań podmiotów zewnętrznych w stosunku do systemu kolejowego,
- ryzyko wspólne np. pomiędzy przewoźnikiem a zarządcą infrastruktury,
- ryzyko powstałe po wprowadzeniu zmian,
- ryzyko klęsk naturalnych,
- ryzyko zawodowe.

Ryzykiem powstającym w wymienionych powyżej obszarach organizacja kolejowa powinna zarządzać stale, w wyniku stosowania procedur systemu zarządzania bezpieczeństwem. W przypadku wdrażania interoperacyjności, zarządzanie ryzykiem dokonuje się przede wszystkim w związku z wprowadzanymi zmianami w systemie kolei i ma charakter incydentalny – zachodzi wówczas gdy wdrażana jest zmiana.

Jako przykłady wprowadzonych w Polsce zmian w systemie kolei, które powiązane są również z wdrażaniem interoperacyjnych i zharmonizowanych rozwiązań technicznych można wymienić:

- Budowę peronu/budynku dworca w nowej lokalizacji w ramach istniejącej linii kolejowej,
- Modernizację linii kolejowej skutkującą podniesieniem prędkości eksploatacyjnej na danej linii,
- Zmianę mocy podstacji trakcyjnej z wymianą wyłączników szybkich,
- Budowę sieci trakcyjnej na odcinku dotąd niezelektryfikowanym,
- Budowę nadrzędnych centrów SRK w formie Lokalnych Centrów Sterowania,
- Zabudowę systemu ETCS poziomu 1 lub poziomu 2 na linii kolejowej,
- Modernizację lokomotywy lub elektrycznego zespołu trakcyjnego skutkującą podniesieniem jego parametrów konstrukcyjnych,
- Zabudowanie na pojazdach trakcyjnych systemu pokładowego ETCS lub radiotelefonów w standardzie GSM-R.

Wszystkie wymienione powyżej przykłady wprowadzonych zmian (w tym przypadku zmian o charakterze technicznym, które mają wpływ na bezpieczeństwo) powodują konieczność dokonania oceny znaczenia zmiany w rozumieniu Rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013 i w przypadku uznania ich przez wnioskodawcę za zmiany znaczące, wiązać się będą z koniecznością przeprowadzenia procesu zarządzania ryzykiem określonego w art. 5 ww. rozporządzenia.

Rozporządzenie Komisji (UE) nr 402/2013 nie wskazuje wprost metody jaką powinny stosować organizacje kolejowe w procesie analizy ryzyka (będącej jednym z elementów procesu zarządzania ryzykiem) w celu identyfikacji potencjalnych wad systemu, ustalenia przyczyn powstania tych wad oraz występowania i oszacowania skutków uszkodzeń. Najpopularniejszymi w skali europejskiej technikami stosowanymi do analizy ryzyka są [100][39][38][46][111] FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), HAZOP (Hazard and Operability Studies), ETA (Event Tree Analysis), FTA (Fault Tree Analysis), Burza mózgów i Lista kontrolna.

Analiza ryzyka stanowi kluczowy element procesu zarządzania ryzykiem w przypadku zmian znaczących oraz w przypadku ciągłego procesu zarządzania bezpieczeństwem w organizacji kolejowej, w której wdrożony jest system zarządzania bezpieczeństwem.

Zastosowana metoda analizy ryzyka, sumienność i rzetelność personelu wykonującego analizę oraz prezentowana przez nich kultura bezpieczeństwa mają bardzo istotny wpływ na wyniki analizy i przyjęte środki bezpieczeństwa lub brak ich przyjęcia.

W warunkach polskich najbardziej popularną metodą stosowaną do przeprowadzania analizy ryzyka stała się metoda FMEA bazująca na ocenie rodzajów możliwych błędów i skutków do jakich mogą doprowadzić.

Genezą popularności tej metody w branży transportu kolejowego jest standard IRIS (International Railway Industry Standard), który stanowi podstawę systemów zarządzania jakością przez producentów pojazdów kolejowych i wyposażenia tych pojazdów. W chwili obecnej standard zarządzania IRIS został wdrożony w ponad 1300 organizacjach kolejowych [99]. Organizacją, która nadzoruje rozwój tego standardu zarządzania i stanowi zaplecze administracyjne dla audytorów IRIS jest UNIFE (fr. Union des Industries Ferroviaires Européennes) będąca stowarzyszeniem europejskich dostawców wyrobów kolejowych. Standard IRIS bazował na doświadczeniach i dobrych praktykach systemów zarządzania jakością w innych sektorach gospodarki w tym w szczególności w branży samochodowej, w której metoda FMEA była stosowana od lat siedemdziesiątych XX wieku [50][25].

Zgodnie z wytycznymi przewidzianymi dla standardu IRIS, metoda FMEA jest preferowaną metodą analizy ryzyka możliwą do stosowania w każdym etapie cyklu życia wyrobu a w szczególności w procedurze analizy ryzyka oraz procedurze RAMS. Oprócz powszechnego stosowania metody FMEA przez producentów taboru i jego elementów jest ona również stosowana powszechnie w innych branżach np.: w branży samochodowej, lotniczej, bankowej, spożywczej, chemicznej, zbrojeniowej, badaniach naukowych, zarządzaniu projektami, itd. [50].

Powszechność metody FMEA w wielu branżach gospodarki europejskiej i światowej oraz jej częściowe dostosowanie do warunków rynku kolejowego (poprzez standard IRIS opracowany przez UNIFE) stanowiły fundamenty do rozpoczęcia jej wykorzystywania również przez przewoźników kolejowych, zarządców infrastruktury, podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pojazdów kolejowych stosujących Systemy Zarządzania Bezpieczeństwem i Systemu Zarządzania Utrzymaniem [51]. Z uwagi na pochodzenie tej metody z branży wojskowej a następnie samochodowej (SAE J-1739, IEC 60812 i QS-9000 a następnie PN-EN 60812) istniała potrzeba jej dalszego dostosowania do specyfiki działań przewoźników kolejowych, zarządców infrastruktury i podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie. Począwszy zatem od około 2006 r. tj. wejścia do stosowania Dyrektywy 2004/49/WE

w sprawie bezpieczeństwa systemu kolei we Wspólnocie i jej implementacji do polskiego porządku prawnego, metoda FMEA była doskonalona przez środowisko pełnomocników do spraw Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem i Utrzymaniem.

Pewną wskazówką i jednocześnie ułatwieniem dla uczestników kolejowego procesu transportowego w obszarze analizy i wyceny ryzyka było opublikowanie w 2015 r. przez Urząd Transportu Kolejowego dokumentu pt. „Ekspertyza dotycząca praktycznego stosowania przez podmioty sektora kolejowego wymagań wspólnej metody bezpieczeństwa w zakresie oceny ryzyka (CSM RA) opracowana w formie przewodnika”. Zawierała on szczegółowe omówienie Rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013, w tym opisywała proces oceny znaczenia zmiany, rolę jednostek oceniających adekwatność przeprowadzonego procesu zarządzania ryzykiem w przypadku zmian znaczących oraz zawierała również opis możliwych do zastosowania metod analizy ryzyka. Kontynuacją ww. publikacji były opublikowane w 2019 r. scenariusze oceny znaczenia zmiany i zarządzania ryzykiem dedykowane przede wszystkim przewoźnikom kolejowym, zarządcom infrastruktury i podmiotom odpowiedzialnym za utrzymanie tj. podmiotom posiadającym wdrożone systemy zarządzania bezpieczeństwem (SMS) lub systemy zarządzania utrzymaniem (MMS) [33]. Publikacje te miały charakter dobrych praktyk do stosowania i prezentowały modelowy sposób postępowania w wybranych sytuacjach modernizacji pojazdów kolejowych, modernizacji linii kolejowych lub innych zmian w systemie kolei.

Ze względu jednak na brak szczegółowych wytycznych o charakterze wiążącym i powszechnie obowiązującym a dotyczących stosowania metody FMEA oraz innych metod analizy ryzyka w transporcie kolejowym w Polsce, wśród uczestników procesu transportowego istnieje różnorodne podejście do analizy ryzyka cechujące się m.in. brakiem stosowania procesu zarządzania ryzykiem w stosunku do zmian, co do których powołany zespół stwierdził, że stanowią one zmiany nieznaczące, w rozumieniu art. 2 Rozporządzenia (UE) nr 402/2013. Z informacji opublikowanych przez Urząd Transportu Kolejowego [107] wynika, że jedynie 3,5 % zmian w systemie kolei w Polsce jest uznawanych za zmiany znaczące. Oznacza to, że w stosunku do 96,5 % zmian o charakterze technicznym, organizacyjnym lub eksploatacyjnym, analiza ryzyka oraz jego wycena a także zastosowanie działań minimalizujących poziom ryzyka w transporcie kolejowym nie jest obowiązkowe. Dodać należy, że niektóre podmioty systemu kolejowego, na zasadach dobrowolności, stosują proces zarządzania ryzykiem również w przypadku zmian nieznaczących, lecz odbywa się to poza trybem przewidzianym w Rozporządzeniu (UE) 402/2013 i poza oceną akredytowanych

jednostek oceniających adekwatność zastosowanego procesu zarządzania ryzykiem do wprowadzonej zmiany.

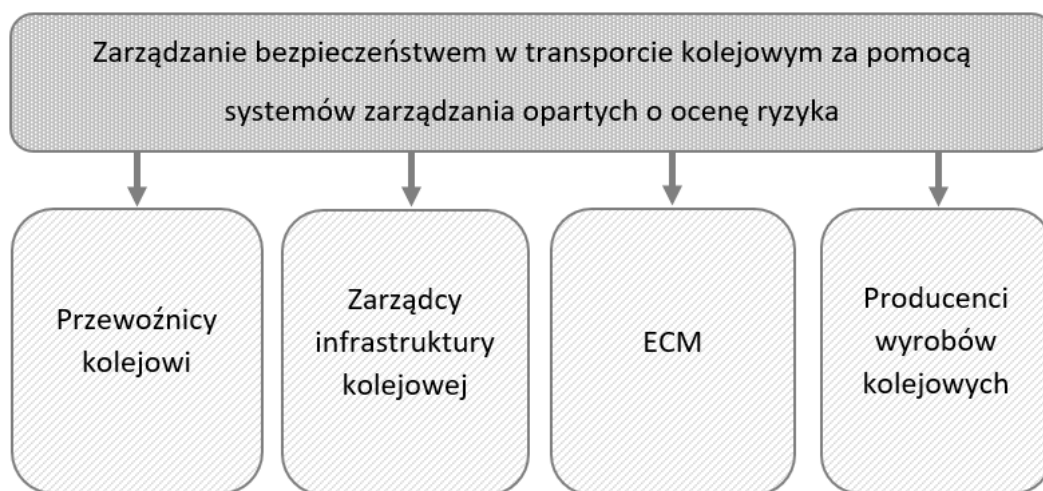
Brak zastosowania procesu zarządzania ryzykiem, w związku z zakwalifikowaniem zmiany związanej np. z wdrażaniem interoperacyjnych rozwiązań technicznych, jako zmiany znaczącej, powoduje wzrost wartości ryzyka do poziomu nieakceptowalnego co prowadzi w konsekwencji do wypadków kolejowych.

2.3. Sformułowanie problemu

Jak wspomniano już powyżej, interoperacyjność to zgodność techniczna systemów kolejowych w różnych państwach członkowskich UE [18]. Wdrażanie interoperacyjności, mając na uwadze złożoność systemów kolejowych różnych krajów, nie może przebiegać gwałtownie a jego realizacja zaplanowana jest na wiele lat. Podejmowane w tym zakresie działania wymagają nakładów finansowych oraz działań o charakterze technicznym, prawnym i organizacyjnym. Efektem docelowym ma być spójny system bezpiecznego transportu kolejowego w wymiarze europejskim. Harmonizacja wymagań technicznych systemu kolejowego UE odbywa się dwoma, równoległymi drogami. Pierwsza to przyjęte przez państwa członkowskie zobowiązania w zakresie stosowania tych samych wymagań technicznych zawartych w dedykowanych aktach prawnych UE – Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności. Natomiast druga droga to zobowiązanie państw członkowskich do redukcji krajowych wymagań technicznych, które stanowią bariery rozwoju wspólnego rynku. Realizacja działań w ramach tych zobowiązań wymagała opracowania i wdrożenia specjalnie dedykowanych rozwiązań o charakterze organizacyjno-technicznym nazwanych Pakietami Kolejowymi. Celem przyjmowanych przez Komisję Europejską, od 2001 roku Pakietów, jest wsparcie rozwoju kolejnictwa europejskiego we Wspólnocie. Mając na uwadze tematykę rozprawy, najistotniejsze są: Pierwszy Pakiet Kolejowy, przyjęty w 2001 roku, w którym zawarto rozważania dotyczące liberalizacji transportu towarowego i interoperacyjności, Drugi Pakiet Kolejowy, w którym wprowadzono wspólne podejście do kwestii bezpieczeństwa kolejowego oraz Czwarty Pakiet Kolejowy, który ma na celu wsparcie rozwoju kolejnictwa europejskiego poprzez otwarcie na konkurencję kolejowych przewozów pasażerskich oraz przyspieszenie wdrożenia reform technicznych i strukturalnych. Mocną podstawą prawną filara technicznego IV Pakietu są: Dyrektywa 2016/798 w sprawie bezpieczeństwa system kolei w Unii Europejskiej oraz Dyrektywa 2016/797 w sprawie interoperacyjności systemu

kolejowego w Unii Europejskiej. Oba ww. akty prawne zostały wdrożone do polskiego porządku prawnego.

Działania w zakresie wdrażania interoperacyjności oraz reform kolejowych zawartych w IV Pakiecie wymagają, jak już wspomniano wcześniej, redukcji krajowych wymagań technicznych co spowoduje pojawienie się dodatkowych ryzyk w poszczególnych składowych systemu kolei w Polsce i może mieć wpływ na poziom bezpieczeństwa tego systemu. Identyfikacja tych ryzyk oraz ich analiza i ocena powinna być dokonywana nie w odniesieniu do każdego z podmiotów oddzielnie, ale w powiązaniu z innymi podmiotami, uczestniczącymi w realizacji procesu transportowego w Polsce. Taka koncepcja podejścia do problematyki zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym, w warunkach polskich, z uwzględnieniem tylko podmiotów zaangażowanych bezpośrednio w realizację procesu transportowego została przedstawiona na Rys. 1.



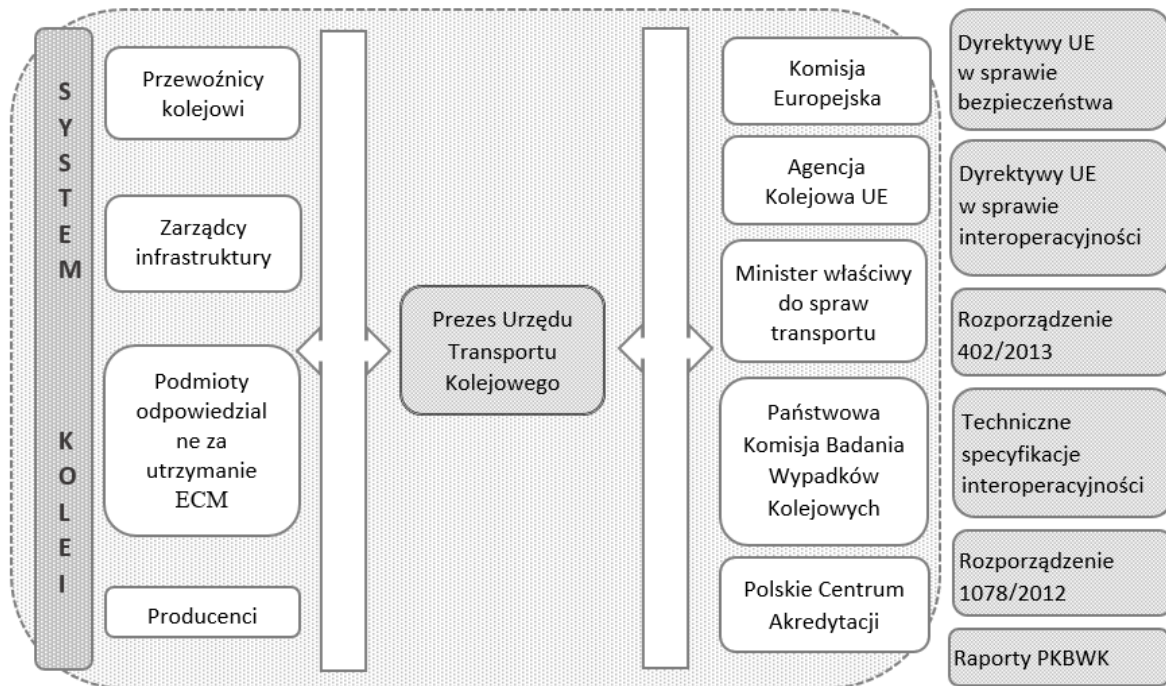
Rysunek 1. Zarządzanie bezpieczeństwem w warunkach polskich kolei z uwzględnieniem podmiotów zaangażowanych bezpośrednio w realizację procesu transportowego

Źródło: opracowanie własne na podstawie [18][19]

Poza przewoźnikami, zarządcami infrastruktury kolejowej, podmiotami odpowiedzialnymi za utrzymanie pojazdów kolejowych oraz producentami wyrobów kolejowych, w realizacji procesu transportowego bierze udział w sposób czynny Prezes Urzędu Transportu Kolejowego oraz w sposób pośredni, biorą udział także instytucje kreujące rozwiązania organizacyjno-prawne i administracyjne jak np. minister właściwy do spraw transportu. Wszystkie te podmioty mogą wprowadzać zmiany w związku z wdrażaniem interoperacyjności i wobec

tego mogą generować różne zagrożenia związane z wdrażaniem nowych rozwiązań technicznych i strukturalnych związanych z zapisami zawartymi w IV Pakiecie Kolejowym.

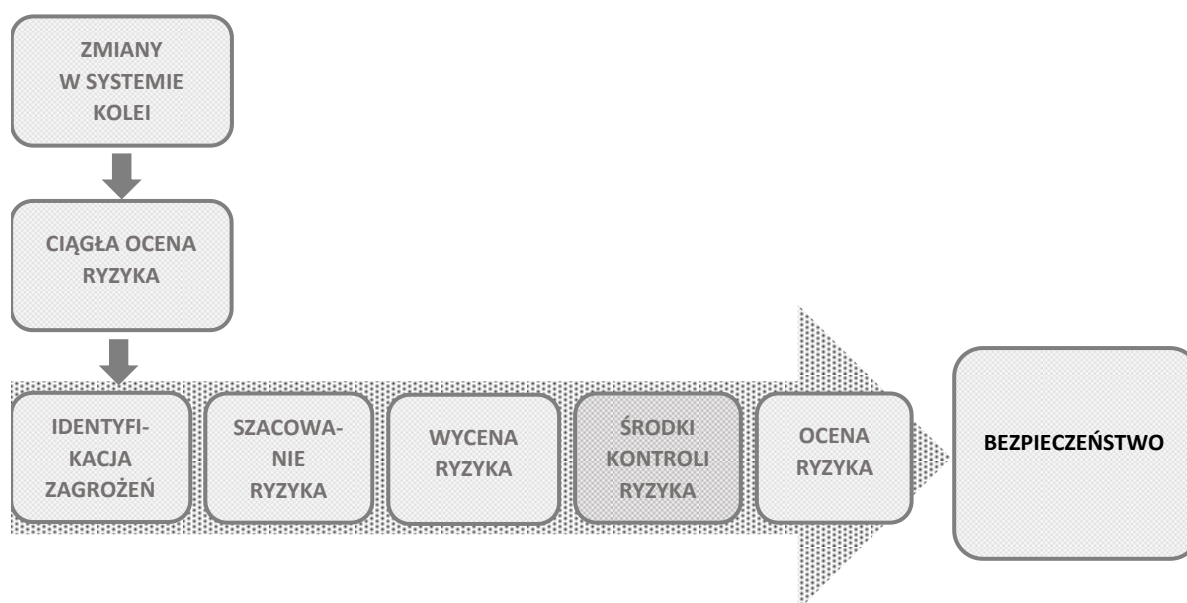
Na Rys. 2 przedstawiono pełny katalog podmiotów biorących udział we wdrażaniu interoperacyjności w warunkach polskich, mających wpływ na bezpieczeństwo systemu kolejowego a także pokazano strukturę wzajemnych powiązań.



Rysunek 2. Przedstawienie podmiotów biorących udział w procesie wdrażania interoperacyjności oraz powiązania między tymi podmiotami

Źródło: opracowanie własne na podstawie [18][19]

Ocena ryzyka odbywa się w wyniku wprowadzonych zmian w systemie kolei lub w wyniku ciągłej oceny ryzyka odbywającej się w ramach monitorowania realizowanych procesów w organizacji. Realizacja pełnego procesu działań, od momentu podjęcia decyzji o wprowadzeniu zmiany w systemie kolei aż do osiągnięcia stanu bezpieczeństwa tj. utrzymywania ryzyka na akceptowalnym poziomie została przedstawiona na Rys. 3.

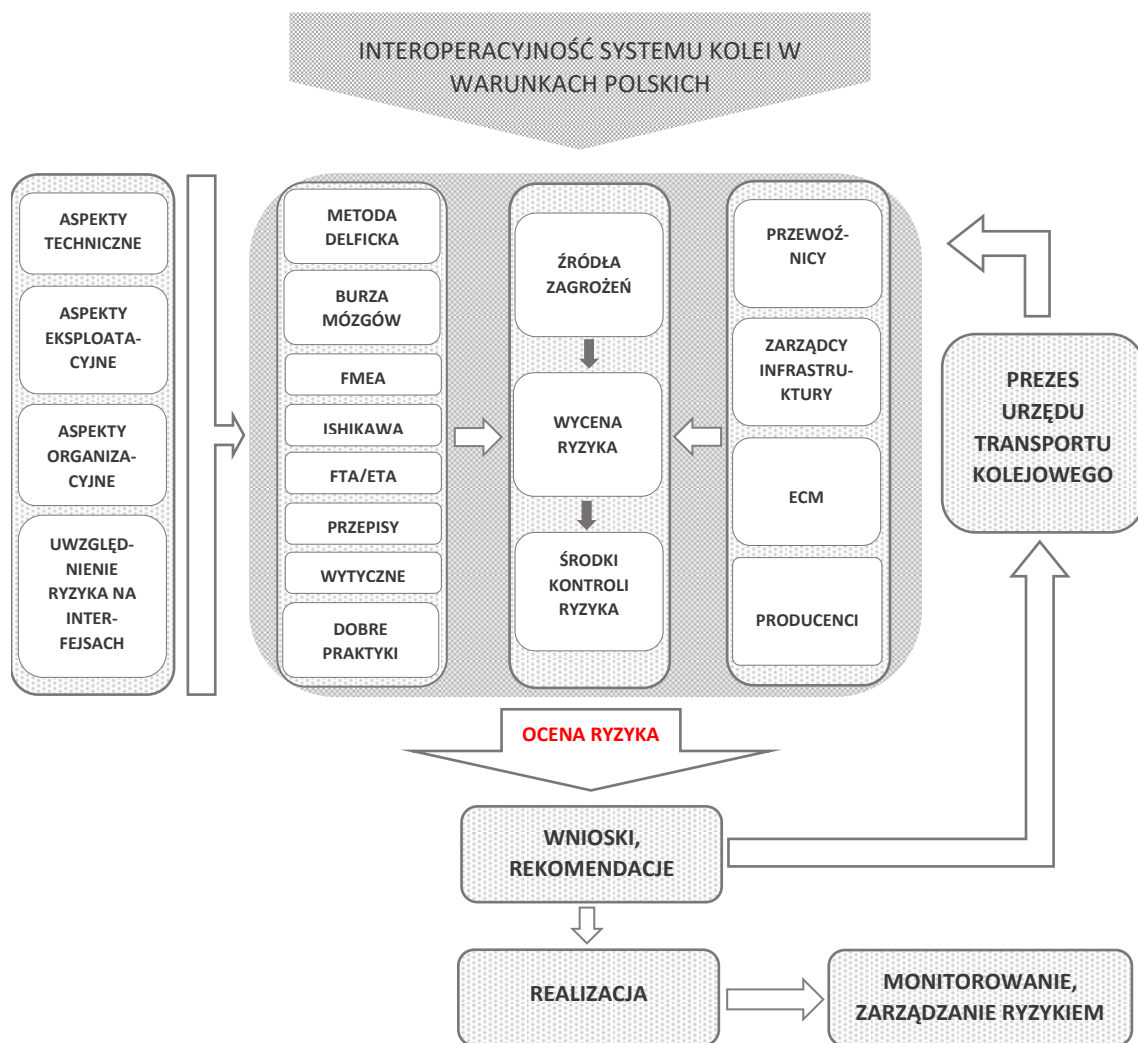


Rysunek 3. Pełny cykl działań w procesie oceny ryzyka podczas wdrażania interoperacyjności systemu kolei

Źródło: opracowanie własne na podstawie [26][66][46]

Analizując złożoność procesu wdrażania interoperacyjności, mając na uwadze bezpieczeństwo systemu kolei oraz uwzględniając fakt udziału w tym procesie wielu podmiotów oraz konieczność spełnienia wymogów technicznych i administracyjno-prawnych, należy dojść do wniosku, że do oceny ryzyka w tak złożonym systemie konieczne jest wykorzystanie narzędzi i metod analizy systemowej [24]. Podstawowym narzędziem używanym w metodach analizy systemowej jest model rozumiany ogólnie jako pewna reprezentacja rzeczywistości. Model może być postrzegany również jako reprezentacja badanego zjawiska w postaci innej niż ta, w jakiej występuje ono w rzeczywistości [24]. Wykorzystanie filozofii modelowania w procesie oceny ryzyka w tak złożonym procesie jakim jest wdrażanie interoperacyjności systemu kolei w Polsce zostało przyjęte w rozprawie jako metoda rozwiązania problemu.

Łącząc w jedną całość rozważania prowadzone wyżej, zbudowana została struktura modelu oceny ryzyka w transporcie kolejowym, dedykowanego procesowi wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce. Przedstawiono ją na rysunku 4.



Rysunek 4. Struktura modelu oceny ryzyka w transporcie kolejowym w procesie wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce

Źródło: opracowanie własne na podstawie [77][76][19][103]

Podstawowym założeniem, odnośnie struktury jest, aby model uwzględniał wszystkie lub prawie wszystkie aspekty dotyczące procesu wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce, natomiast w swojej warstwie merytorycznej zawierał metodologię oraz narzędzia niezbędne do oceny ryzyka uwzględniając specyfikę funkcjonowania w systemie kolei czterech grup podstawowych podmiotów. Zaznaczona również została istotna rola jaką pełni w procesie wdrażania interoperacyjności Prezes Urzędu Transportu Kolejowego jako krajowa władza bezpieczeństwa w rozumieniu przepisów UE z zakresu bezpieczeństwa interoperacyjności i regulacji transportu kolejowego.

W przedstawionym, w postaci struktury blokowej, modelu zostały uwzględnione tylko niektóre metody wykorzystywane w procesie zarządzania ryzykiem zagrożeń. Dobór metody, uwzględniając specyfikę danego podmiotu, będzie przedmiotem dalszych rozważań w pracy.

Przedstawiony na Rys. 4 model można zaliczyć do modeli koncepcyjnych, którego zadaniem będzie wyciąganie wniosków jakościowych w oparciu o wyniki badań ilościowych i w efekcie końcowym, lepsze poznanie rzeczywistego obiektu (tj. systemu kolei w Polsce).

2.4. Cel, teza i zakres rozprawy

Głównym celem rozprawy jest opracowanie modelu oceny ryzyka w transporcie kolejowym ukierunkowanego na wprowadzane, w długim horyzoncie czasowym, zmiany związane z wdrażaniem interoperacyjności systemu kolei w Polsce. Proces wdrażania interoperacyjności systemu kolejowego UE rozpoczął się w 2001 roku wraz z wprowadzeniem do realizacji Pierwszego Pakietu Kolejowego i obowiązują już zmiany wywołane wdrożeniem w Polsce Czwartego Pakietu Kolejowego, to proces wprowadzania szczegółowych zmian dopiero się rozpoczął. Stworzenie narzędzia pozwalającego na bieżącą ocenę ryzyka, jest zagadnieniem istotnym i ważnym mając na uwadze bezpieczeństwo realizowanych przewozów, w wyniku wprowadzanych zmian.

Cel główny pracy można podzielić na dwa cele cząstkowe:

1. Cel poznawczy pozwalający na odpowiedzi na pytania:

- Jaki jest obecnie model oceny ryzyka w transporcie kolejowym w Polsce?
- Jak wyglądają relacje pomiędzy podsystemami strukturalnymi i funkcjonalnymi, mając na uwadze występujące zagrożenia, w kontekście wdrażania interoperacyjności systemu kolei?
- Jakie wyróżniamy interfejsy pomiędzy podsystemami strukturalnymi i funkcjonalnymi, na granicy których może dochodzić do wzrostu zagrożenia?
- W jaki sposób kompleksowo oceniać ryzyko w systemie kolei?

2. Cel użyteczny:

- Opracowanie modelu oceny ryzyka w transporcie kolejowym, uwzględniającego aspekty techniczne, eksploatacyjne i organizacyjne, który pozwoli na utrzymanie stanu bezpieczeństwa na akceptowalnym poziomie w systemie kolei podlegającym zmianom związanym z wdrażaniem interoperacyjności.

Przeprowadzony w Rozdziale 2 przegląd literatury pokazał, że brak jest w literaturze prac traktujących o podejściu metodologicznym do sformułowanego celu pracy oraz brak jest modelu pozwalającego na prowadzenie ocen ryzyka w sytuacjach związanych z wdrażaniem interoperacyjności.

Jako główną tezę pracy przyjęto:

Model oceny ryzyka traktujący kolej w Polsce jako system złożony z podsystemów może być wykorzystany w procesie oceny wprowadzania interoperacyjności, co pozwoliłoby na identyfikację słabych ogniw w tym systemie i tym samym pozwoliłoby podnieść poziom bezpieczeństwa realizacji kolejowych procesów transportowych.

Realizacja celu pracy wymaga przeprowadzenia następujących zadań badawczych:

- Analiza działań (czynności) w procesie transportowym związanych problematyką interoperacyjności;
- Identyfikacja uczestników realizacji procesu transportowego i ich zadania (ocena ryzyk związanych z działaniami);
- Identyfikacja źródeł ryzyka na poziomie realizacji zadań przez poszczególnych uczestników oraz metod stosowanych przez nich w procesie ocen ryzyka;
- Analiza wprowadzania interoperacyjności w warunkach polskich (identyfikacja źródeł ryzyk), przyjęcie technik (wybór z istniejących metod ilościowych i jakościowych);
- Hierarchizacja i waloryzacja ryzyka, przyjęcie techniki (np. diagram Ishikawy, metoda FMEA, metoda drzewa zdarzeń i drzewa błędów) adekwatnych dla zadań wykonywanych przez poszczególne podmioty w procesie transportowym;
- Wskazanie zagrożeń dla wprowadzanych zmian w wyniku wdrażania interoperacyjności z nadaniem im wag i ważności.

Opracowany model zostanie wykorzystany w ocenie zarządzania ryzykiem zagrożeń generowanych w przypadku wprowadzanie zmian, przez wybrane podmioty uczestniczące w realizacji procesu przewozowego (przewoźnicy, zarządcy infrastruktury, producenci wyrobów kolejowych, jednostki odpowiedzialne za utrzymanie taboru).

Niniejsza rozprawa składa się z Wprowadzenia, pięciu rozdziałów, podsumowania oraz wykazu tabel i dokumentów.

W Rozdziale 2 przedstawiono opis stanu faktycznego w dwóch aspektach tj. wdrażaniu interoperacyjności i stosowania metod oceny ryzyka w transporcie kolejowym. W zakresie wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce przedstawiono uwarunkowania formalne stosowania Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności oraz przykłady inwestycji wykonanych i wykonywanych obecnie w ramach wieloletnich, rządowych programów inwestycyjnych dedykowanych rozwojowi infrastruktury i taboru w Polsce. Dokonano również przeglądu stosowanych w Unii Europejskiej metod oceny ryzyka w transporcie kolejowym i przedstawiono polskie doświadczenia w tym obszarze. Rozdział 2 zawiera tezę o powtarzających się, brakach w ocenie ryzyka w toku wprowadzania zmian systemie kolei co może prowadzić do obniżenia poziomu bezpieczeństwa. Jak zostało to przedstawione w innych rozdziałach rozprawy, może to nastąpić w szczególności w przypadku braku uwzględnienia w ocenie ryzyka wszystkich aspektów tj.

- zagrożeń technicznych,
- zagrożeń eksploatacyjnych,
- zagrożeń organizacyjnych oraz
- związanych z czynnikiem ludzkim,

istotnych w kontekście wprowadzanej zmiany.

W Rozdziale 3 przedstawiono podstawy oceny ryzyka w transporcie kolejowym. Dokonano omówienia rodzajów zmian w systemie kolei z punktu widzenia Wspólnej Metody Oceny Bezpieczeństwa (Common Safety Method) dedykowanej ocenie i wycenie ryzyka w transporcie kolejowym a opracowanej przez organy Unii Europejskiej i stosowanej powszechnie na całym jej terytorium. Rozdział ten zawiera również szczegółowy opis sposobu przeprowadzania cyklicznej oceny ryzyka w organizacji kolejowej oraz opis sposobu przeprowadzania oceny ryzyka w sytuacji dokonania zmiany w systemie kolei, która ma wpływ na bezpieczeństwo eksploatacji pojazdów kolejowych. Rozdział ten przedstawia również podstawowe techniki stosowane w toku analizy ryzyka.

Rozdział 4 zawiera rozważania dotyczące zasad stosowania oceny ryzyka w procesie wdrażania interoperacyjności. Omówione zostały przypadki dokonania zmian w systemie kolei przez poszczególnych uczestników procesu transportowego tj. zarządców infrastruktury, przewoźników kolejowych, podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie pojazdów kolejowych oraz producentów taboru kolejowego i pozostałych wyrobów kolejowych. Przedstawiona została specyfika działalności każdego z ww. rodzajów podmiotów kolejowych

i przedstawione sytuacje, gdy dokonywana jest ocena ryzyka po wdrożonej zmianie technicznej, eksploatacyjnej lub organizacyjnej.

W Rozdziale 5 podjęto tematykę modelu oceny ryzyka w transporcie kolejowym w warunkach polskich, mając na uwadze wdrażanie interoperacyjności. Przedstawiono przykłady zastosowania procesu oceny ryzyka w poszczególnych sytuacjach związanych z realizacją procesu transportowego oraz przywołano przykłady niewłaściwego i niepełnego zastosowania metody oceny ryzyka, co doprowadziło w konsekwencji do powstania wypadku kolejowego. Przedstawiony w tym rozdziale model oceny ryzyka, bazujący na holistycznym ujęciu problematyki modelowania, uwzględnia zarówno aspekty techniczne, eksploatacyjne, organizacyjne oraz czynnik ludzki a także zagadnienie ryzyka na interfejsach pomiędzy podsystemami strukturalnymi a funkcjonalnymi takimi jak ruch kolejowy czy utrzymanie. W rozdziale 5 dokonana została ponadto weryfikacja opracowanego modelu oraz przedstawione zostały przykłady jego zastosowania w warunkach polskich.

Rozprawa została zakończona podsumowaniem oraz wnioskami.

3. Podstawy oceny ryzyka w transporcie kolejowym

3.1. Ryzyko, zagrożenie, zarządzanie ryzykiem

Podstawową ideą przyświecającą zarządzaniu ryzykiem (risk management) jest ograniczenie rozmiarów szkód i strat, które może ono spowodować. Podczas zarządzania ryzykiem powinno się mieć do dyspozycji wszystkie możliwe środki, które mogą pozwolić na jego zminimalizowanie. Systemowe podejście do procesu zarządzania ryzykiem wymaga omówienia trzech kategorii związanych z tym działaniem:

1. Struktury zarządzania ryzykiem,
2. Metod zarządzania ryzykiem,
3. Narzędzi zarządzania ryzykiem.

Przez struktury zarządzania ryzykiem należy rozumieć zespoły ludzkie funkcjonujące w przedsiębiorstwach i zajmujące się wyceną i oceną ryzyka oraz czuwające nad aktualnością dokumentacji systemów zarządzania bezpieczeństwem [53][46]. Zwyczajowo proces zarządzania ryzykiem znajduje się wysoko w hierarchii procesów przedsiębiorstw z branży transportowej. Związane jest to z silną regulacją zasad funkcjonowania takich przedsiębiorstw wynikającą z prawa Unii Europejskiej i prawa krajowego [21][18]. Nadzór nad zarządzaniem ryzykiem powierza się zazwyczaj jednemu z członków zarządu przedsiębiorstwa natomiast zadania związane z funkcjonowaniem systemów zarządzania opartych na zarządzaniu ryzykiem powierza się dedykowanym zespołom, które współpracują z pozostałymi członkami organizacji – w tym w formie interdyscyplinarnych zespołów eksperckich. Jednym ze stosowanych środków jest przeniesienie ryzyka, w części lub w całości, na zewnątrz na podmioty współpracujące albo na osoby trzecie. Dokumentacja dotycząca zarządzania ryzykiem w postaci systemów zarządzania utrzymaniem bądź systemów zarządzania bezpieczeństwem jest ściśle określona w rozporządzeniach wydanych przez Komisję Europejską opisujących tzw. Wspólne Metody Bezpieczeństwa (Common Safety Methods). W szczególności uwagę zwrócić należy na rozporządzenia:

1. Rozporządzenie 1169/2010, z dnia 10 grudnia 2010 r. w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w odniesieniu do zgodności z wymogami dotyczącymi uzyskania kolejowych autoryzacji w zakresie bezpieczeństwa.

2. Rozporządzenie 1158/2010, z dnia 9 grudnia 2010 r. w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w odniesieniu do zgodności z wymogami dotyczącymi uzyskania kolejowych certyfikatów bezpieczeństwa,

w oparciu, o które budowano, w latach 2010 – 2020 systemy zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych działających w Polsce oraz w całej Unii Europejskiej.

Rozporządzenia te zostały w chwili obecnej, od wejścia w życie Filara Technicznego IV Pakietu Kolejowego zastąpione Rozporządzeniem delegowanym Komisji (UE) 2018/762 z dnia 8 marca 2018 r. ustanawiającym wspólne metody oceny bezpieczeństwa w odniesieniu do wymogów dotyczących systemu zarządzania bezpieczeństwem na podstawie dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 oraz uchylające rozporządzenia Komisji (UE) nr 1158/2010 i (UE) nr 1169/2010 CSM CA. Szczegółowe kryteria bezpieczeństwa jakie spełniać musi system zarządzania bezpieczeństwem przewoźnika kolejowego czy zarządcy infrastruktury zostaną omówione w rozdziale 4 niniejszej rozprawy doktorskiej.

Dokumentem, opisującym procesy zarządzania ryzykiem na poziomie globalnym jest rodzina norm Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej wydana w 2009 r. (ang. ISO – International Organization for Standardization) [73].

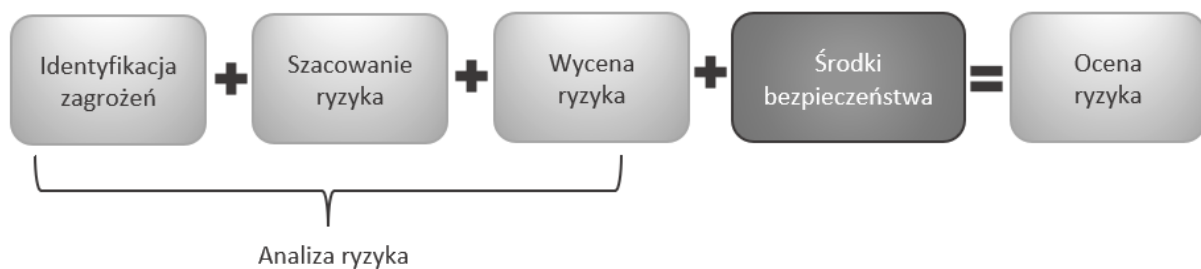
Obecnie rodzina ISO 31000 zawiera następujące normy:

1. ISO 31000:2018 – Zarządzanie ryzykiem – zasady i wytyczne (Risk management – Principles and guidelines);
2. ISO/IEC 31010:2009 – Zarządzanie ryzykiem – Metody szacowania ryzyka (Risk management – Risk assessment techniques);
3. ISO Guide 73:2009 – Zarządzanie ryzykiem – Słownictwo – wytyczne dla standardów (Risk management- Vocabulary – Guidelines for use in standards).

Dodać należy, że ISO Guide 73:2009 definiuje pojęcie „Zarządzanie ryzykiem” jako skoordynowane działania dotyczące kierowania i nadzorowania organizacją w odniesieniu do ryzyka [36]. Z odniesienia do systemu transportu kolejowego definicja pojęcia „zarządzanie ryzykiem” zawarta została w Rozporządzeniu Komisji (UE) 402/2013 i które należy rozumieć jako planowe stosowanie polityki, procedur i praktyk zarządczych w ramach zadań dotyczących analizy, wyceny i nadzoru ryzyka [82]. Uznać należy, że obie powyższe definicje są ze sobą zbieżne, przy czym definicja zawarta w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 2013/402 precyzuje, że kierowanie i nadzorowanie organizacją w odniesieniu do ryzyka to w istocie analiza, wycena i nadzór nad ryzykiem.

Proces oceny ryzyka, poglądowo został przedstawiony na rysunku nr 5, przy czym poszczególne działania zobrazowane na tym rysunku należy rozumieć w taki sposób, że przez:

- Analizę ryzyka należy rozumieć systematyczne wykorzystywanie wszystkich dostępnych informacji do identyfikowania zagrożeń i szacowania ryzyka;
- Szacowanie ryzyka należy rozumieć przypisanie „wag” dla konkretnych parametrów ryzyka, np. prawdopodobieństwa, skutków, wykrywalności itd. W konsekwencji, na ich podstawie określa się poziom ryzyka;
- Wycenę ryzyka należy rozumieć ocenę, czy określony poziom ryzyka w konkretnym funkcjonującym systemie jest dopuszczalny ewentualnie czy poziom ten został przekroczony w stosunku do wartości granicznych przyjętych w organizacji;
- Środki bezpieczeństwa należy rozumieć precyzyjne działania, które są podejmowane lub które będą podejmowane w wyniku identyfikacji zagrożenia. Środki bezpieczeństwa zmierzają zawsze do utrzymania ryzyka na poziomie dopuszczalnym.



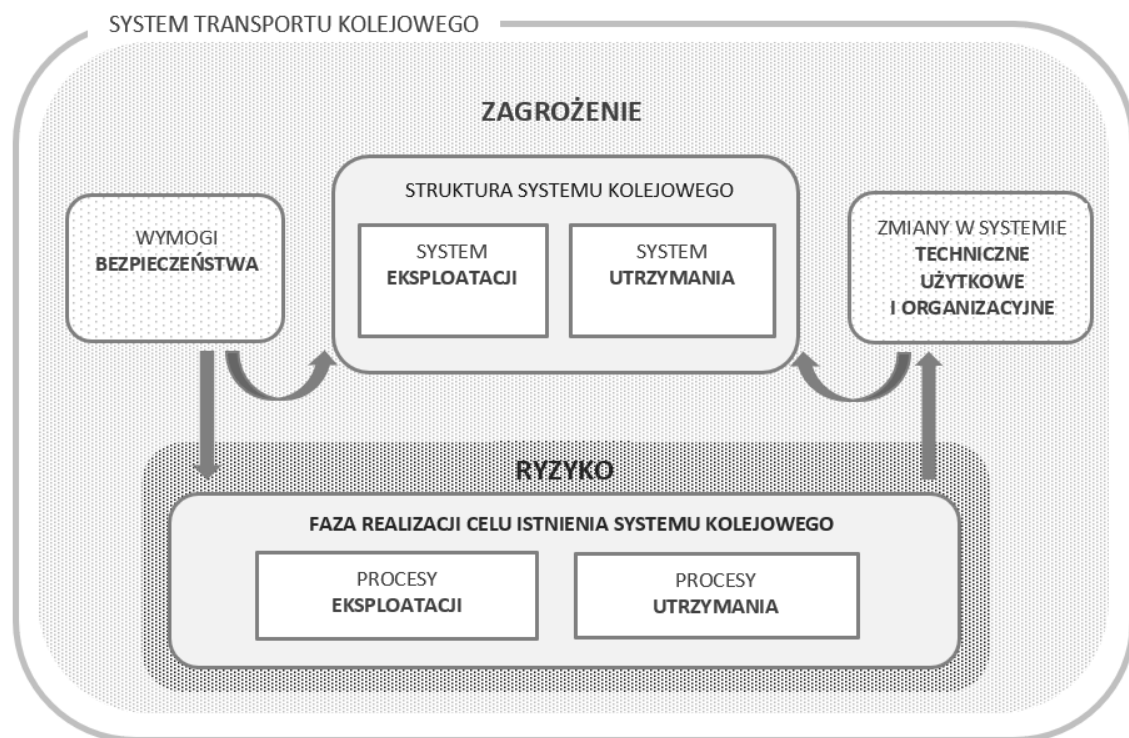
Rysunek 5 Proces oceny ryzyka

Źródło: opracowanie własne na podstawie [82]

Ryzyko i zagrożenie

W tym miejscu należy rozróżnić pojęcia „ryzyko” i „zagrożenie”. Przez „ryzyko” zgodnie z definicją zawartą w CSM RA należy rozumieć częstotliwość wypadków i incydentów prowadzących do szkody (spowodowanej zagrożeniem) oraz stopień powagi tej szkody. Pod pojęciem „zagrożenia”, należy natomiast rozumieć stan, który może prowadzić do wypadku [82][111]. Ryzykiem jest zatem kombinacja prawdopodobieństwa aktywizacji zagrożenia w zdarzeniu niepożądanym i spowodowanych w związku z tym szkód. Przeciwnostwem stanu ryzyka jest pojęcie „bezpieczeństwa” jako stan nie prowadzący do powstania szkód. Ryzyko najczęściej wyrażane jest w formie iloczynu poziomu prawdopodobieństwa aktywizacji zagrożenia w zdarzeniu niepożądanym i poziomu spowodowanych w związku z tym strat (szkód). Szkody prowadzą natomiast do wystąpienia ciągu zdarzeń wpływających

niekorzystnie na ludzi, obiekty i ich otoczenie [42]. Relację pomiędzy pojęciami „ryzyko” i „zagrożenie” zostały przedstawione na poniższym rysunku nr 6. Wymogi bezpieczeństwa oddziałują zarówno na strukturę systemu kolejowego składającą się co do zasady z infrastruktury i suprastruktury kolejowej jak i na fazę realizacji celu istnienia systemu kolejowego tj. na fazę realizacji procesów transportowych. Dodać należy również, że na poniższym rysunku zaznaczone są zmiany, które wywołują uczestnicy procesu transportowego, a które wpływają na całościową strukturę systemu kolejowego.



Rysunek 6. Relacja pomiędzy pojęciami „Zagrożenie” oraz „Ryzyko”

Źródło: opracowanie własne na podstawie [111]

W literaturze z zakresu ryzyka w systemach transportowych podkreśla się, że informacja o ryzykach w sektorach transportowych składa się z dwóch zasadniczych elementów tj:

1. opisu ryzyka oraz,
2. kontekstu ryzyka [46][38].

Poprzez opis ryzyka transportowego, należy rozumieć opis zdarzenia (czyli stanu, sytuacji) niepożądanego w wybranym fragmencie realizacji procesu transportowego. Kontekst ryzyka, to natomiast opis „usytuowania” tego zdarzenia w stosunku do: aktualnej aktywności (realizowane zadanie), „miejsca” pojawienia się zagrożeń (w kontekście fragmentu struktury

systemu) oraz potencjalnego efektu (zdarzenia transportowego). Innymi słowy, kontekst ryzyka odnosi niepożądane zdarzenie w procesie transportowym do aktywności w strukturze zadaniowej systemu; wskazuje także potencjalnych odpowiedzialnych za wzrost ryzyka [46].

Zintegrowane systemy zarządzania ryzykiem (w tym systemy zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem)

W ujęciu ogólnym, proces zarządzania ryzykiem w organizacji, abstrahując od sektora transportu kolejowego, wymaga posiadania dokumentacji, której elementami są co najmniej:

1. polityka zarządzania ryzykiem (cele, struktury, metody i narzędzia zarządzania ryzykiem wraz ze wskazaniem ról, zadań kierownictwa i pracowników),
2. procedura zarządzania ryzykiem (opisany, sformalizowany proces zarządzania ryzykiem), oraz
3. roczny raport dotyczący zarządzania ryzykiem (zawierający między innymi: ocenę postępów organizacji w dziedzinie zarządzania ryzykiem, ocenę skuteczności podejmowanych działań oraz ocenę narażenia organizacji na ryzyko) [46].

Metody zarządzania ryzykiem są to natomiast logiczne i systematycznie uporządkowane sposoby opisu ryzyka, sposoby identyfikacji zagrożeń, sposoby przeprowadzania analizy, oceny i hierarchizacji ryzyka. Do metod zarządzania ryzykiem należy również zaliczyć wybór efektywnych działań postępowania z ryzykiem ukierunkowanych na jego ryzyko a także monitorowania ryzyka i wymianę w organizacji informacji o ryzyku w sposób, umożliwiający minimalizację strat i maksymalizację możliwości.

Narzędziami wspomagającymi system zarządzania ryzykiem są natomiast wszelkie bazy danych, systemy komputerowe oraz programy służące agregacji informacji i ich przetwarzania.

Podejście do zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym w oparciu o zarządzanie ryzykiem i zagrożeniami opiera się na identyfikacji przyszłych zagrożeń, predykcję przyszłych zdarzeń oraz szeroko rozumiane zapobieganie niekorzystnym zdarzeniom w postaci wypadków kolejowych. Wszystkie te działania zmierzają do utrzymania ryzyka na akceptowalnym poziomie [100][39][110][82][14].

W procesach transportowych mamy do czynienia z wieloma postaciami ryzyka, które można podzielić ze względu na:

1. źródła zagrożenia:
 - ryzyko przyrodnicze,

- ryzyko techniczne,
 - ryzyko osobowe (związane z czynnikiem ludzkim);
2. politykę ryzyka (strategię ryzyka):
- ryzyko indywidualne,
 - ryzyko społeczne (grupowe, obszarowe);
3. rodzaje ryzyka:
- ryzyko spostrzegane,
 - ryzyko rzeczywiste,
 - ryzyko przewidywane;
4. kategorię (cechy):
- ryzyko właściwe,
 - ryzyko subiektywne,
 - ryzyko obiektywne;
5. sposób oceny:
- ryzyko ilościowe,
 - ryzyko jakościowe,
 - ryzyko ilościowo-jakościowe;
6. możliwość kwantyfikacji, uogólniania i wnioskowania:
- ryzyko rzeczywiste,
 - ryzyko probabilistyczne,
 - ryzyko estymowane;
7. charakter strat:
- ryzyko osobowe,
 - ryzyko materialne,
 - ryzyko środowiskowe,
 - ryzyko ekonomiczne;

8. alternatywę:
 - ryzyko czyste,
 - ryzyko spekulacyjne;

9. horyzont czasu:
 - ryzyko operacyjne,
 - ryzyko taktyczne,
 - ryzyko strategiczne;

10. kryterium dopuszczalności działania:
 - ryzyko pomijalne,
 - ryzyko akceptowane,
 - ryzyko niedopuszczalne [85][46][12].

W ujęciu ogólnym, odnoszącym się do zarządzania ryzykiem w każdej organizacji (również spoza sektora transportu kolejowego) pojawić się mogą powtarzalne błędy i problemy, takie jak:

1. używanie niewłaściwych definicji ryzyka i zagrożenia,
2. zarządzanie ryzykiem w sposób nie uwzględniający przyjętych w organizacji strategii i procedur zarządczych,
3. koncentracja na formalnej i dokumentacyjnej stronie zarządzania ryzykiem bez powiązania z realną działalnością organizacji,
4. skupienie się na wyrywkowych aspektach ryzyka np. ryzyko techniczne lub zawodowe bez poświęcenia należytej uwagi innym rodzajom ryzyka występującego w organizacji,
5. analiza jedynie ryzyk o charakterze indywidualnym zamiast uwzględniania ryzyka o charakterze społecznym co prowadzi do uwzględnienia krótkiego horyzontu czasowego bez uwzględnienia dłuższych horyzontów,
6. brak korzystania z doświadczeń innych organizacji działających w tym samym sektorze i pomijanie ryzyka, którego organizacja może być wobec tego nieświadoma,
7. nieadekwatne działania organizacji w stosunku do zidentyfikowanego ryzyka,
8. brak wspólnego języka dotyczącego analizy ryzyka w całej organizacji i komunikacji pomiędzy jednostkami i obszarami zarządzającymi ryzykiem,

9. pojmowanie metod zarządzania ryzykiem jako przede wszystkim metody polegającej na unikaniu ryzyka [46][85].

Mając je na uwadze, generalnymi postulatami jakie można postawić procesom zarządzania ryzykiem w wielu sektorach gospodarki są:

1. Uwzględnianie różnorodnych źródeł zagrożeń, w tym zagrożeń o charakterze przyrodniczym, osobowym i związanym z czynnikiem ludzkim,
2. Uwzględnianie różnych rodzajów ryzyka: ryzyko spostrzegane, ryzyko rzeczywiste, ryzyko przewidywane,
3. Wymiar czasowy: ryzyko operacyjne, ryzyko taktyczne, ryzyko strategiczne,
4. Kryterium dopuszczalności: ryzyko pomijalne, ryzyko akceptowalne, ryzyko niedopuszczalne,
5. Sposób oceny: ryzyko ilościowe, ryzyko ilościowo – jakościowe, ryzyko jakościowe [19][45].

Jak zostało już wspomniane powyżej, przedsiębiorcy działający w sektorze transportu kolejowego, podlegają silnej regulacji ze strony przepisów prawa UE i prawa krajowego dotyczącego sposobu zarządzania organizacją. Z Dyrektywy 2016/798/UE w sprawie bezpieczeństwa kolei, podobnie jak z poprzedzającej ją Dyrektywy 2004/49/WE wynika, że każdy uczestnik procesu transportowego tj. przewoźnik kolejowy, zarządca infrastruktury, podmiot odpowiedzialny za utrzymanie oraz producent wyrobów kolejowych odpowiada za bezpieczeństwo swoich czynów i zaniechań – każdy w swoim zakresie. Odpowiedzialność ta jest jednak niezależna od odpowiedzialności (występującej najczęściej na gruncie cywilnym) podwykonawców, dostawców części i usług za szkody powstałe w taborze lub infrastrukturze. [85][19].

Wprowadzenie w Unii Europejskiej wymagań dla dużej liczby uczestników procesu transportowego dotyczących systemowego podejścia do zarządzania ryzykiem w organizacji jest zgodne z globalnymi trendami w tym obszarze. Należy zauważyć coraz większą liczbę organizacji działających w różnych sektorach gospodarki do wprowadzenia zintegrowanych metod zarządzania ryzykiem. Czynnikiem, który ma wpływ na rozwój podejścia opartego o ryzyko są przepisy prawne na poziomie Unii Europejskiej oraz zdarzenia katastroficzne, które miały miejsce w przeszłości. Jedynie podejście do zarządzania organizacją oparte o ryzyko pozwala na sprawne kierowanie złożonymi organizacjami realizującymi równoległe wiele procesów z obszaru transportu kolejowego.

Spośród państw należących do Unii Europejskiej, zarządzanie ryzykiem w transporcie kolejowym zostało zapoczątkowane w Wielkiej Brytanii. Poważne wypadki kolejowe zaistniałe na sieci kolejowej w tym kraju spowodowały rozwój systemów zarządzania bezpieczeństwem podmiotów biorących udział w procesie przewozowym. Efektem tych działań było stworzenie dla środowiska kolejowego przez Radę Bezpieczeństwa Kolejowego i Standarów w Wielkiej Brytanii (ang. Rail Safety and Standards Board (RSSB)) Żółtej Księgi, zawierającej wskazówki budowania i wdrażania systemów zarządzania ryzykiem. Żółta Księga została wydana przez Rail Safety and Standards Board dla całego sektora kolejowego. Żółta Księga dotyczyła zarządzaniem bezpieczeństwem technicznym (ang. Engineering Safety Management) [46][73].

Jako jeden z głównych celów Dyrektywy 2004/49/WE w sprawie bezpieczeństwa systemu kolei było zapewnienie rozwoju i doskonalenia bezpieczeństwa kolei w Unii Europejskiej oraz poprawienie dostępu do rynku dla usługi transportu kolejowego. Cel ten miał zostać zrealizowany poprzez harmonizację struktury regulacyjnej w państwach członkowskich UE, określenie odpowiedzialności podmiotów rynkowych, rozwijanie wspólnych metod bezpieczeństwa (CSM), wspólnych celów bezpieczeństwa (CST) i metod jego oceny. Kolejnym elementem krajowego systemu kolejowego, wymaganym przez Dyrektywę 2004/49/WE był wymóg ustanowienia w każdym Państwie Członkowskim krajowej władzy bezpieczeństwa (w Polsce jest nią Prezes Urzędu Transportu Kolejowego) oraz Krajowego Organu Dochodzeniowego (National Investigation Body) badającego przyczyny zdarzeń kolejowych (w Polsce funkcję tą Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych) [21][46].

Jak już wskazano powyżej, zasoby wykorzystywane w procesie transportowym, które można zdefiniować jako układ środków technicznych, organizacyjnych i ludzkich powiązanych ze sobą w sposób umożliwiający realizację przemieszczania osób i ładunków w czasie i przestrzeni [39] wymagają zintegrowanych metod zarządzania ryzykiem [21][46][12][73][19].

Zdarzenia takie jak awarie techniczne, katastrofy transportowe oraz katastrofy naturalne doprowadziły do rozwoju innowacyjnych sposobów zarządzania ryzykiem, które zapewnią jego zarządzanie w sposób uporządkowany i spójny. Konsekwencją są liczne metody, procedury i narzędzia związane z zarządzaniem ryzykiem.

Działania zmierzające do integracji metod zarządzania ryzykiem na szeroką skalę są prowadzone w sektorach bankowych, ekonomicznych, organizacjach publicznych oraz w sektorach transportu.

Można wyróżnić dwa istotne kierunki integracji zarządzania ryzykiem:

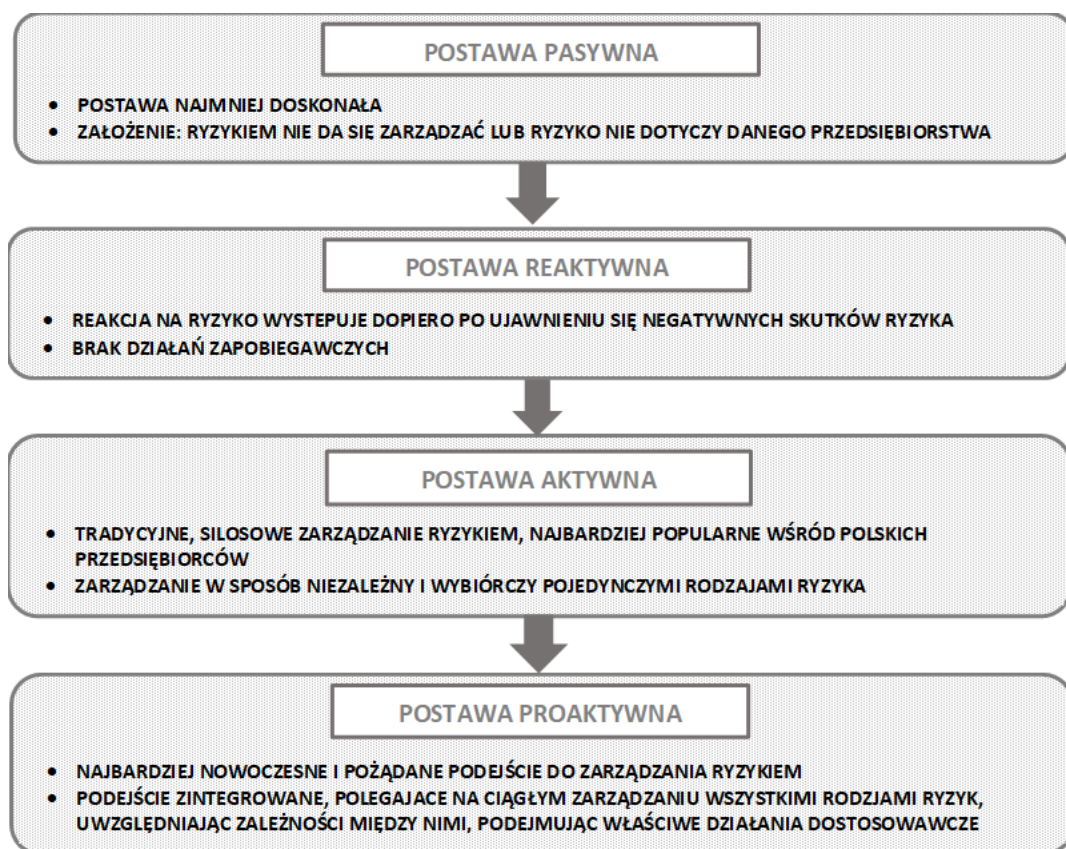
- integrowanie metod zarządzania różnymi rodzajami (aspektami) ryzyka w organizacji,
- integrowanie metod zarządzania ryzykiem w danej dziedzinie [46].

W tym kontekście opisać należy Zintegrowane metody zarządzania ryzykiem w organizacji (ERM – ang. Enterprise Risk Management lub Integrated Risk Management). Są to metody zarządzania organizacją z wykorzystaniem wiedzy o istnieniu i wielkości różnych rodzajów ryzyka z jakim organizacja może się spotkać [29][46]. W literaturze dziedziny naukowej dotyczącej zarządzania ryzykiem podkreśla się, iż implementacja systemu zarządzania ryzykiem klasy ERM w organizacji umożliwia kierownictwu działać bardziej efektywnie w dynamicznym środowisku rynkowym [4][57][52][40].

Badania empiryczne dotyczące korzyści z wdrożenia systemu klasy ERM w organizacji, które zostały przeprowadzone z wykorzystaniem kwestionariusza ankietowego w 244 podmiotach potwierdziły korzyści z wdrożenia systemu ERM w organizacjach. Jako przykłady zbadanych korzyści wymienić należy wzrost przychodów, wzrost zadowolenia klientów, spełnienie wymagań klientów, zapewnienie bezpieczeństwa i skuteczności działania, poprawa pozycji konkurencyjnej, poprawa jakości oferowanych wyrobów, wzrost zainteresowania ze strony potencjalnych klientów/inwestorów, spadek liczby reklamacji, zwiększenie prawdopodobieństwa osiągnięcia celów, spełnienie wymagań prawnych, zbudowanie zaufania u udziałowców i inwestorów, zwiększenie potencjału uczenia się organizacji, minimalizacja niespodzianek i strat operacyjnych, zmniejszenie wad w procesie produkcyjnym, wykorzystanie okazji pojawiających się wraz z potencjalnymi zagrożeniami, zwiększenie elastyczności funkcjonowania organizacji poprzez przygotowanie na zmiany, wzrost ilości produkowanych wyrobów, poprawa stanu technicznego maszyn i urządzeń, optymalizacja alokacji zasobów, ustalenie skłonności do podejmowania ryzyka, zarządzanie ryzykiem występującym w różnych częściach organizacji w sposób całościowy i zintegrowany, określenie dopuszczalnego poziomu ryzyka w zależności od potencjalnego wzrostu, stopy zwrotu oraz wagi założonych celów, usprawnienie alokacji kapitału oraz wzmocnienie ładu korporacyjnego [52].

Podejście organizacji do zarządzania ryzykiem

Koncepcje podejścia organizacji wobec ekspozycji na ryzyko ulegały na przestrzeni lat istotnej ewolucji. Pierwotnie zakładano brak możliwości zarządzania ryzykiem i prezentowano pasywne podejście do obszaru zarządzania ryzykiem. Bardziej doskonałą metodą było podejście reaktywne, polegającą na tym, że działania zmierzające do zminimalizowania ryzyka występuje dopiero po wystąpieniu negatywnych skutków danego ryzyka. Wymienić można również często spotykane w chwili obecnej podejście aktywne, czyli tradycyjne zarządzanie ryzykiem polegające na punktowym zarządzaniu pojedynczymi ryzykami w sposób wybiórczy i niezależny od siebie. Za najbardziej doskonałą postawę uznać jednak należy podejście proaktywne [1][70]. Podejście proaktywne promowane jest przez Komisję Europejską i Agencję Kolejową Unii Europejskiej we Wspólnych Metodach Oceny Bezpieczeństwa stosowanych w transporcie kolejowym w UE. Takie podejście do zarządzania ryzykiem ma największe szanse na zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa systemu kolejowego w państwach członkowskich. Ewolucję podejścia organizacji do zarządzania bezpieczeństwem przedstawia poniższy Rys. 7.



Rysunek 7. Ewolucja w podejściu do zarządzania ryzykiem

Źródło: opracowanie na podstawie [70]

Niewątpliwie jedną ze zintegrowanych metod zarządzania ryzykiem w organizacji (ERM) są systemy zarządzania bezpieczeństwem, systemy zarządzania utrzymaniem oraz inne standardy zarządcze (jak np. standard IRIS) stosowane powszechnie w sektorze transportu kolejowego.

3.2. Zmiany w systemie kolejowym

System kolejowy podlega nieustannym zmianom związanym z postępem technicznym, koniecznością przeprowadzania modernizacji rozwiązań technologicznych oraz wynikających z dostosowania infrastruktury i suprastruktury kolejowej do zmieniających się dokumentów kryterialnych, określających wymogi techniczne. Wprowadzane zmiany powodują wzrost poziomu niepewności w systemie kolei i tym samym wzrost poziomu ryzyka, który może prowadzić do powstania zdarzeń kolejowych. Z tego właśnie powodu, zmiany w systemie kolei są oceniane i zarządzane w zgodności z CSM RA.

Wskazać należy, że pod ogólnym pojęciem oceny bezpieczeństwa należy rozumieć dwa powiązane procesy tj. proces oceny znaczenia zmiany oraz proces zarządzania ryzykiem, którego poziom wzrósł nieakceptowalnie w wyniku wprowadzonej zmiany. Procesy te objęte opisane są w tej samej Wspólnej Metodzie Oceny Bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka (Common Safety Method – Risk Assessment) uregulowanej w rozporządzeniu wykonawczym Komisji Europejskiej 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. CSM RA ma zastosowanie do wszelkich zmian systemu kolejowego w państwie członkowskim. Przez „system” rozumieć należy każdy element systemu kolejowego, który jest zmieniany. Stosowanie tej metody obejmuje zatem całość procesu zarządzania ryzykiem związanym ze zmianą i w każdym przypadku powoduje konieczność opracowania i przechowywania odpowiedniej dokumentacji [82][112].

W świetle art. 2 CSM RA zmiany mogą mieć charakter techniczny, eksploatacyjny lub organizacyjny [82][11] przy czym możliwe są różne kombinacje zmian np. o charakterze technicznym i jednocześnie eksploatacyjnym.

Przez „wnioskodawcę” w rozumieniu CSM RA rozumieć należy:

- przewoźnika kolejowego lub zarządcę infrastruktury, którzy wdraża środki kontroli ryzyka w toku ciągłego procesu zarządzania ryzykiem lub w wyniku wprowadzonej zmiany;

- podmiot odpowiedzialny za utrzymanie pojazdów kolejowych, który wdraża środki kontroli ryzyka w toku ciągłego procesu zarządzania ryzykiem lub w wyniku wprowadzonej zmiany;
- podmiot zamawiający lub producenta, który zleca jednostce notyfikowanej przeprowadzenie weryfikacji WE lub oceny zgodności przez podmiot uprawniony;
- podmiot składający wniosek o zezwolenie na wprowadzenie do obrotu pojazdów kolejowych lub dopuszczenie do eksploatacji podsystemów strukturalnych.

Kluczowy dla stosowania CSM RA jest podział na zmiany znaczące i zmiany nieznaczące. Jak już wspomniano w rozdziale 2, w Polsce nie ustanowiono szczególnego przepisu krajowego, na podstawie którego określa się, czy zmiana jest znacząca czy też nie. W związku z tym, odpowiedzialność za właściwą kwalifikację zmiany do jednej z ww. dwóch kategorii spoczywa na wnioskodawcy przeprowadzającym ocenę znaczenia zmiany. Wybór dokonywany jest w oparciu o ocenę potencjalnego wpływu danej zmiany na bezpieczeństwo systemu kolejowego i analizę pięciu, wymienionych w CSM RA kryteriów.

W sytuacji, gdy wnioskodawca uzna, że oceniana zmiana nie ma wpływu na bezpieczeństwo (co w przypadku zmian o charakterze technicznym co do zasady nie powinno mieć miejsca) dalsza analiza nie jest wymagana i wnioskodawca upoważniony jest do zakończeniu procesu [82]. W przypadku jednak, gdy oceniana zmiana ma wpływ na bezpieczeństwo wówczas wnioskodawca zobowiązany jest, kierując się fachowym osądem, do przeprowadzenia oceny znaczenia zmiany w oparciu o kryteria wymienione w artykule 4 Rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013 [82][11][46][100] w tym skutki awarii systemu, innowację wykorzystywaną przy wprowadzaniu zmiany, złożoność zmiany, możliwość monitorowania, odwracalność zmiany i dodatkowość. Kryteria te zostaną szczegółowo omówione w rozdziale 4.

Wnioskodawca zobowiązany jest do przechowywania odpowiedniej dokumentacji, która uzasadnia jego decyzję. W przypadku zidentyfikowania zmiany w systemie kolei jako zmiany znaczącej, obowiązkowe jest przeprowadzenie przez wnioskodawcę procesu zarządzania ryzykiem. Jak już zostało wspomniane, decyzja co do zaklasyfikowania zmiany jako znaczącej spoczywa na wnioskodawcy, co wynika z braku ustanowienia w Polsce zharmonizowanych progów lub granicznych wartości, na podstawie których, wnioskodawca zobowiązany byłby do zakwalifikowania zmiany jako znaczącej. Jak ponadto wskazuje się w literaturze, brak jest również możliwości ustanowienia wyczerpującej listy znaczących zmian [11].

Doświadczenia zdobyte przez Autora rozprawy w ramach realizacji zadań w organach Agencji Kolejowej Unii Europejskiej oraz grupach roboczych Agencji prowadzą do wniosku, że w systemach prawnych pozostałych państw członkowskich brak jest również jednoznacznych kryteriów i wskazań jakie zmiany zaliczone powinny być do kategorii znaczących w rozumieniu Rozporządzenia Komisji (UE) 2013/402. Niemniej jednak w części państw członkowskich to Krajowe Władze Bezpieczeństwa publikują stosowne wytyczne na temat kwalifikacji zmian.

Problematyka przeprowadzania ocen znaczenia zmiany przez każdy rodzaj uczestników procesu przewozowego tj. przewoźników kolejowych, zarządców infrastruktury, podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pojazdów kolejowych oraz producentów wyrobów kolejowych zostanie przedstawiona w Rozdziale 4 niniejszej rozprawy doktorskiej.

Dokumentacja końcowa z przebiegu procesu oceny znaczenia zmiany nie wymaga spełnienia przepisanych wymagań jednak dokumentacja kończąca proces zarządzania ryzykiem musi zawierać informacje wskazane w punkcie 5.2 Załącznika I do Rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013 [82][100]. Dokumentacja z przebiegu procesu zarządzania ryzykiem obejmuje co najmniej:

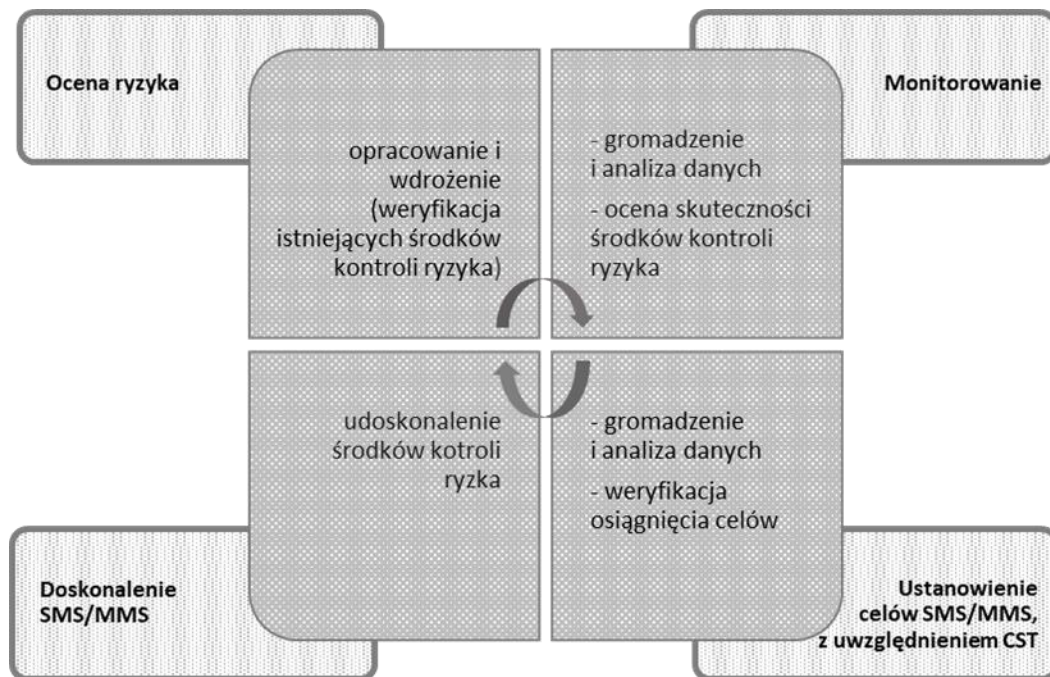
1. opis organizacji i specjalistów wyznaczonych do przeprowadzenia procesu oceny ryzyka;
2. wyniki poszczególnych etapów oceny ryzyka oraz wykaz wszystkich wymogów bezpieczeństwa, których dopełnienie jest konieczne, aby nadzorować ryzyko, utrzymując je na dopuszczalnym poziomie;
3. dowody zgodności z wszystkimi koniecznymi wymogami bezpieczeństwa;
4. wszystkie założenia istotne dla integracji, eksploatacji lub utrzymania systemu przyjęte podczas definiowania i projektowania systemu oraz oceny ryzyka dotyczącej systemu.

Jak zostanie to wyjaśnione w dalszej części niniejszego rozdziału, dokumentacja z przebiegu oceny znaczenia zmiany i procesu zarządzania ryzykiem podlega następnie, w przypadku uznania zmiany za znaczącą, niezależnej ocenie adekwatności zastosowanego procesu zarządzania ryzykiem przez akredytowaną jednostkę oceniającą.

3.3. Ciągła analiza ryzyka w organizacji

Monitorowanie jako przejaw ciągłej analizy ryzyka w organizacji

W świetle Rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013 pod pojęciem „analizy ryzyka” kryje się systematyczne wykorzystywanie wszystkich dostępnych informacji do identyfikowania zagrożeń i szacowania ryzyka. Analiza ryzyka zawiera się natomiast w szerszym pojęciu oceny ryzyka obejmującej, oprócz analizy ryzyka, również wycenę ryzyka. Poniższy rysunek nr 8 przedstawia powiązanie procesu monitorowania z oceną ryzyka, ustanowieniem celów bezpieczeństwa w organizacji oraz z ciągłym doskonaleniem.



Rysunek 8. Powiązanie procesu monitorowania z oceną ryzyka
Źródło: opracowanie na podstawie [100]

W 2012 roku zostało wydane rozporządzenie Komisji Europejskiej nr 1078/2012 z dnia 16 listopada 2012 r. w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w odniesieniu do monitorowania, która ma być stosowana przez przedsiębiorstwa kolejowe i zarządców infrastruktury po otrzymaniu certyfikatu bezpieczeństwa lub autoryzacji bezpieczeństwa oraz przez podmioty odpowiedzialne za utrzymanie. Rozporządzenie to stanowi zbiór wytycznych i narzędzi dla uczestników procesu przewozowego w celu właściwego przeprowadzania analizy ryzyka w swojej organizacji. Analiza ta powinna mieć charakter ciągły i powtarzalny. W rozumieniu CSM M pojęcie „monitorowania” oznacza rozwiązania wprowadzone przez przewoźników kolejowych, zarządców infrastruktury lub podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pojazdów kolejowych w celu kontrolowania prawidłowego stosowania i skuteczności własnego systemu zarządzania bezpieczeństwem lub utrzymaniem [77].

Monitorowanie skuteczności i prawidłowości wdrożonych systemów bezpieczeństwa i utrzymania jest nierozdzielnie związane z samą budową SMS i MMS, które to dwa systemy stosowane są w zdecydowanej większości uczestników procesu transportowego tj. stosowane są przez przewoźników kolejowych, zarządców infrastruktury i podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pojazdów kolejowych. Monitorowanie, w kontekście zarządzania bezpieczeństwem i ryzykiem, pojawia się w CSM CA (ang. Common Safety Method on Conformity Assessment) czyli wspólnych metodach oceny bezpieczeństwa w odniesieniu do zgodności z wymogami dotyczącymi uzyskania kolejowych certyfikatów bezpieczeństwa (Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 1158/2010 – CSM M) w kryteriach: A, D, K, L, a w kontekście realizacji i doskonalenia systemów zarządzania w kryteriach: G, I, N, S. Oznacza to, że przepisy dotyczące budowy systemów zarządzania bezpieczeństwem stawiają ocenę ryzyka jako podstawową metodę zarządzania bezpieczeństwem. Innymi słowy, główne założenia systemów zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem oparte są na zarządzaniu ryzykiem.

Wspólna metoda oceny bezpieczeństwa w odniesieniu do monitorowania jest kolejnym elementem koncepcji prawa Unii Europejskiej dotyczącej podejścia do zarządzania bezpieczeństwem w oparciu o ryzyko.

Rozporządzenie CSM M definiuje i harmonizuje procesy służące monitorowaniu i ciągłemu doskonaleniu systemów zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych i zarządców infrastruktury oraz systemów utrzymania podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie taboru kolejowego. Podmioty te łączą obowiązek budowy i utrzymywania systemów zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem składających się z procedur określających sposób realizacji podstawowych procesów wewnętrznych realizowanych przez uczestników procesu transportowego. Głównym celem Wspólnej Metody Bezpieczeństwa w odniesieniu do monitorowania jest wymóg ustanowienia przez uczestników procesu przewozowego wskaźników, które będą w stanie pokazać skuteczność monitorowania wszystkich procesów, procedur oraz środków kontroli ryzyka przyjętych do stosowania. Wskaźniki takie umożliwić powinny również potwierdzenie sprawności całego systemu zarządzania bezpieczeństwem lub systemu zarządzania utrzymaniem jako całości [101][74][26]. Dodać należy, że rozporządzenie CSM M nakłada na podmioty konieczność zapewnienia monitorowania środków kontroli ryzyka przez swoich podwykonawców poprzez proces monitorowania opisany w załączniku bądź poprzez postanowienia umów cywilnych, zgodnie z którymi podwykonawcy będą samodzielnie realizować proces monitorowania w sposób opisany

w załączniku do rozporządzenia CSM M. Monitorowanie ryzyka w organizacji dotyczy zatem zarówno wewnętrznych procesów jak i zadań zleconych podwykonawcom. Tendencja do stałej i ustrukturowanej wymiany informacji pomiędzy podmiotami certyfikowanymi (przewoźnicy kolejowi, zarządcy kolejowi, ECM) a ich podwykonawcami (np. zakładami naprawczymi lub wykonawcy modernizacji linii kolejowych) zauważalna jest począwszy od Dyrektywy 2004/49/WE. Również CSM M wprowadza konieczność wymiany informacji dotyczących realizacji wskaźników bezpieczeństwa pomiędzy właścicielem systemu zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem a podwykonawcą – zarówno takim który posiada system zarządzania jak i takim, który nie wdrożył w swojej organizacji takiego systemu (np. warsztaty naprawcze pasażerskiego taboru kolejowego). Ma to umożliwić wdrożenie drugiej stronie działań korygujących bądź zapobiegawczych o ile zajdzie taka konieczność. Rozporządzenie CSM M zobowiązuje w szczególności do wymiany informacji na temat zagrożeń dla bezpieczeństwa związanych z usterkami, brakiem zgodności konstrukcji lub awarią systemów technicznych.

Rozporządzenie CSM M nakłada na swoich adresatów obowiązki sprawozdawcze. Przewoźnicy kolejowi, zarządcy infrastruktury oraz podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pojazdów kolejowych zobowiązani są informować krajowe władze bezpieczeństwa (w Polsce to Prezes Urzędu Transportu Kolejowego) o wynikach stosowania ww. rozporządzenia. Odbywa się to w formie rocznych raportów w sprawie bezpieczeństwa lub rocznym sprawozdaniu z utrzymania sporządzanych przez te podmioty do 30 czerwca każdego roku kalendarzowego i przesyłanych do Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego [77][26][108].

Etapy w procesie monitorowania

Najważniejszymi krokami jakie organizacja powinna przedsięwziąć w celu wdrożenia w swojej organizacji mechanizmów służących do ciągłej analizy ryzyka są (Rys. 9):

1. Zdefiniowanie strategii, priorytetów i planu/ów monitorowania;
2. Gromadzenie i analizowanie informacji;
3. Opracowanie planu działania na wypadek stwierdzenia braku zgodności;
4. Realizacja opracowanego planu działania;
5. Ocena skuteczności środków przyjętych w planie działania [77][74].



Rysunek 9. Kolejne etapy ciągłej analizy ryzyka
 Źródło: opracowanie na podstawie [100]

W wyniku prawidłowej realizacji procesu monitorowania dochodzi zatem do ciągłego doskonalenia systemu i tym samym do poprawy sposobu zarządzania bezpieczeństwem uczestnika procesu transportowego. Kolejne etapy ciągłej analizy ryzyka w wyniku stosowania rozporządzenia CSM M zostaną przedstawione w dalszej części niniejszego rozdziału.

Definiowanie strategii i planów monitorowania

Pierwszym etapem monitorowania skuteczności funkcjonowania systemów zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem jest zdefiniowanie strategii, priorytetów i planu monitorowania. Monitorowanie parametrów bezpieczeństwa powinno dotyczyć w pierwszej kolejności tych zagrożeń, które mogą spowodować najbardziej katastroficzne skutki i które jednocześnie mogą się wydarzyć z największą dozą prawdopodobieństwa. Innymi słowy, oceniane wskaźniki w ramach monitorowania skuteczności i prawidłowości stosowania systemów zarządzania bezpieczeństwem lub utrzymaniem powinny zostać poddane priorytyzacji. Według CSM M, najlepszym sposobem priorytyzacji monitorowania poziomu bezpieczeństwa kolejowego jest podejście oparte o analizę ryzyka. Podejście takie wynika pośrednio z samego brzmienia rozporządzenia 1078/2012 a precyzyjnie, wynika z dodatku

do CSM M tj. schematu blokowego przedstawiającego proces monitorowania jako samodzielny proces funkcjonujący w ramach systemów zarządzania. W trakcie ustalania priorytetów monitorowania (mogą nim być np. obszar utrzymania taboru kolejowego albo obszar podwykonawców wykonujących usługi) należy określić niezbędne zasoby, czas oraz nakłady konieczne do poniesienia, aby wdrożyć skuteczne monitorowanie zgodne z CSM M.

W ramach pierwszego etapu określonego w rozporządzeniu CSM M mieści się również określenie i wyznaczenie kompletu wskaźników (poddanych uprzednio krytycznej priorytyzacji), które umożliwią właściwe przeprowadzenie procesu monitorowania.

Właściwy dobór wskaźników stanowi kluczowy moment w procesie monitorowania skuteczności systemu zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem. Dobór wskaźników ma na celu ujawnienie tych fragmentów procesów oraz procedur w organizacji które wymagają dalszego doskonalenia. Dobór wskaźników ma również na celu zweryfikowanie skuteczności stosowanych środków kontroli ryzyka.

Aby określone wskaźniki były skutecznym narzędziem monitorowania, powinny spełniać wymogi SMART (ang. Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound) [110][46][101]. Wskaźniki powinny zatem być:

- Skonkretyzowane – należy je określać w sposób prosty oraz pozbawiony możliwości dowolnej interpretacji.
- Mierzalne – wskaźnik musi być wyrażany wartościowo w jednostkach umożliwiających porównanie z wartością celu.
- Osiągalne – możliwe do wyliczenia na podstawie wiarygodnych danych oraz informacji. Wskaźniki powinny być również osiągalne w odniesieniu do wartości oczekiwanej, czyli ustalonego celu. Wskaźnik, dla którego wartość celu została określona na nieosiągalnym poziomie, osłabia w organizacji wiarę w jego osiągnięcie i tym samym motywację do jego realizacji.
- Odpowiednie – wskaźniki powinny umożliwiać bieżącą ocenę skuteczności realizowanych procesów. Jako wartości referencyjne powinny być brane pod uwagę wartości określone w polityce monitorowania. Dodać należy, że wskaźniki są właściwe jedynie wtedy, gdy proces, który jest przez nie monitorowany, wpływa na te wskaźniki.
- Określone w czasie – wskaźniki powinny mieć dokładnie określony przedział czasowy, w jakim zamierzamy je wyliczać.

Danymi wejściowymi do procesu monitorowania skuteczności działających systemów zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem są przede wszystkim wyniki procesu identyfikacji i oceny ryzyka, analizy zagrożeń oraz analizy stosowanych środków kontroli ryzyka. Danymi wejściowymi są zatem wszystkie procesy i procedury wdrożonego systemu zarządzania, w tym środki kontroli ryzyka [26][77].

Kierując się wytycznymi zawartymi w normie PN-EN 50126:2002 Zastosowania kolejowe – Specyfikacja niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa, jako zakres obszarów, które mogą być uwzględnione podczas tworzenia strategii monitorowania wymienić należy:

1. zdarzenia kolejowe oraz ich przyczyny,
2. sytuacje potencjalnie wypadkowe oraz ich przyczyny,
3. wypadki przy pracy,
4. współpraca z wykonawcami, w tym przygotowanie, realizacja oraz odbiór usług,
5. zarządzanie personelem oraz kompetencjami,
6. zarządzanie ryzykiem,
7. zarządzanie zmianą,
8. zarządzanie konfiguracją [47].

Gromadzenie informacji

Kolejnym etapem, wynikającym z dodatku do CSM M jest ustanowienie mechanizmów umożliwiających gromadzenie informacji wykorzystywanych do realizacji planu monitorowania. Podczas określania mechanizmów umożliwiających gromadzenie danych, należy mieć na uwadze zestaw wskaźników (zarówno jakościowych jak i wskaźników ilościowych) i umożliwić pozyskiwanie informacji niezbędnych do prawidłowego zmierzenia każdego z ustalonych wcześniej (w planach i strategiach monitorowania) wskaźników.

Plany działania

Trzeci krok związany jest z opracowywaniem planów naprawczych i planów działania, które będą niwelować zidentyfikowane obszary braku zgodności i braku spełnienia ustalonych wcześniej wskaźników bezpieczeństwa [74][26][77]. Jak wskazuje Załącznik I do CSM M opracowywanie planów działania wynika z systemowego podejścia do postępowania ze zidentyfikowanymi przypadkami braku zgodności [77]. Przygotowanie precyzyjnego i skutecznego planu działania w wyniku zidentyfikowanej niezgodności stanowi jeden z najważniejszych elementów ciągłego doskonalenia systemów zarządzania i utrzymania.

Plany naprawcze powinny określić pożądany stan, jaki organizacja zamierza osiągnąć w wyniku jego realizacji oraz środki i działania jakie należy podjąć, aby taki stan osiągnąć.

Celem jaki przyświeca każdemu planowi działań jest podejmowanie decyzji, czy i jakie działania powinny być podjęte, na skutek zidentyfikowanych w wyniku monitorowania następujących okoliczności:

1. zidentyfikowano, że poziom bezpieczeństwa uległ obniżeniu,
2. zidentyfikowano niezgodności w działaniu systemu zarządzania bezpieczeństwem lub utrzymaniem [101].

Działania takie mogą być ukierunkowane na poprawę istniejących procesów i opisujących je procedur lub na wdrożenie dodatkowych środków kontroli ryzyka. Aby plan naprawczy był skuteczny, pozwolił na zrealizowanie zamierzonych celów a niezgodność oceniona jako nieakceptowalna została usunięta, plan naprawczy (zgodnie z Załącznikiem I do CSM M) powinien zawierać w szczególności następujące elementy składowe:

1. cele i oczekiwane wyniki,
2. wymagane środki naprawcze lub zapobiegawcze bądź oba te rodzaje środków w zależności od tego, na jakim etapie zidentyfikowano niezgodność oraz czego ona dotyczy,
3. wymagane zasoby, w tym:
 - a. budżet projektu,
 - b. zasoby ludzkie,
4. dane osób odpowiedzialnych za realizację działań (uwzględniające niezbędne kompetencje i uprawnienia tych osób),
5. dane osób odpowiedzialnych za nadzór nad realizacją działań (uwzględniające niezbędne kompetencje i uprawnienia tych osób),
6. wymagane daty realizacji działań, które umożliwią realizację planu z zachowaniem wymaganych prawem powszechnie obowiązującym (np. procedury przetargowe, uzyskanie niezbędnych pozwoleń) oraz zgodnie z regulacjami wewnętrznymi przedsiębiorstwa (np. przyjęta ścieżka podejmowania decyzji czy akceptacji wydatkowania środków lub alokacji zasobów),
7. dane osób odpowiedzialnych za ocenę skuteczności środków przewidzianych w planie działania,
8. przegląd wpływu planu działania na strategię, priorytety i plany monitorowania.

Realizacja planu działania

Realizacja opracowanego planu działania odbywać się powinna w sposób umożliwiający identyfikację jej przebiegu, uczestników i rezultatów. Powinna być również udokumentowana zgodnie z odpowiednimi procedurami systemu zarządzania w organizacji. Plany działania powinny być wykonywane przez pracowników wskazanych w tych dokumentach, którzy posiadają odpowiednie kompetencje oraz uprawnienia.

Etap realizacji planu działania jest kluczowym etapem dla prawidłowego usunięcia zidentyfikowanego braku zgodności. Z tego powodu należy zapewnić wystarczające zasoby dla jego właściwej realizacji oraz – o ile jest to uzasadnione ze względu na długotrwałość planu – wyznaczyć kamienie milowe, które umożliwią monitorowanie realizacji kolejnych faz planu [101][77].

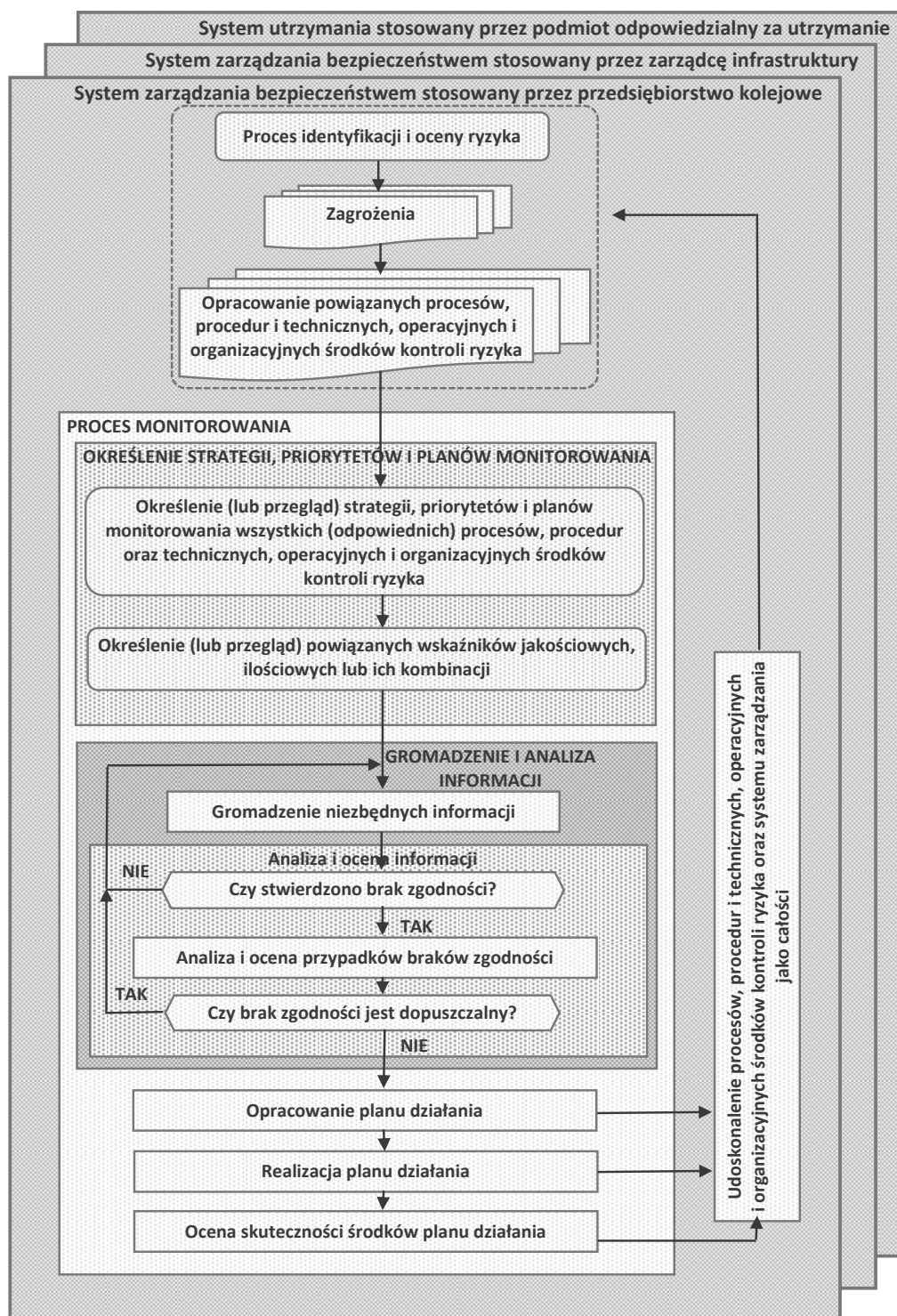
Ocena skuteczności planu działania

Ocena skuteczności planu działania stanowi ostatni element procesu monitorowania skuteczności funkcjonowania systemów zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem. Oceniając skuteczność zrealizowanego planu działania ukierunkowanego na usunięcie niezgodności, w świetle Załącznika I do CSM M należy zwrócić szczególną uwagę na następujące zagadnienia:

1. weryfikację prawidłowości realizacji planu działania i jego ukończenia zgodnie z harmonogramem;
2. weryfikację uzyskania oczekiwanego rezultatu;
3. sprawdzenie czy warunki wstępne nie uległy zmianie do czasu wykonania działań objętych planem oraz czy w danych okolicznościach określone w planie działania środki kontroli ryzyka są nadal odpowiednie;
4. sprawdzenie konieczności stosowania innych środków kontroli ryzyka niż ujęte w planie [77][101].

Powyższe działania wpisują się w koncepcję ciągłego doskonalenia systemu zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem w organizacji i stanowią wyraz idei ciągłego procesu zarządzania ryzykiem.

Ogólny zarys procesu monitorowania zgodnie z CSM M został przedstawiony na poniższym rysunku (Rys. 10).



Rysunek 10. Proces monitorowania w oparciu o rozporządzenie 1078/2012
 Źródło: opracowanie na podstawie [77]

Oprócz wymienionych powyżej sposobów weryfikacji skuteczności i adekwatności planów działania możliwe jest również przeprowadzenie porównawczej ocena ryzyka dotyczącej stanu po wdrożeniu planu działania. Wynik porównania stanu sprzed wdrożenia planu działania i po jego wdrożeniu będzie wskazywał w sposób ilościowy i mierzalny, o ile spadnie wartość ryzyka.

Monitorowanie poziomu ryzyka na interfejsach

Jednym z celów dodatkowych do wprowadzenia CSM M było przyczynienie się do osiągnięcia w Unii Europejskiej stanu wzajemnego zaufania i przejrzystości pomiędzy uczestnikami procesu przewozowego z różnych państw członkowskich oraz pomiędzy samymi władzami kolejowymi w każdym z państw. Miało to nastąpić poprzez ujednoczenie zasad wymiany informacji dotyczących bezpieczeństwa między podmiotami działającymi w sektorze kolejowym w celu zarządzania bezpieczeństwem na interfejsach różnych systemów kolejowych np. sąsiadujących ze sobą państw członkowskich [77]. Przez interfejsy, rozporządzenie CSM M rozumie „wszystkie punkty interakcji podczas cyklu życia systemu lub podsystemu, w tym utrzymanie i eksploatację, w których ramach różne podmioty branży kolejowej współpracują ze sobą, aby zarządzać ryzykiem” [77]. Interfejsami są zatem punkty styeczne pomiędzy różnymi uczestnikami procesu transportowego, którzy w toku standardowej działalności współpracują ze sobą świadcząc usługi. CSM M wymaga od przewoźników kolejowych, zarządców infrastruktury i podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie podjęcia decyzji oraz jej sformalizowania w formie porozumienia, o tym, kto i w jakim zakresie będzie odpowiedzialny za realizację procesu monitorowania w rozumieniu CSM M.

Struktura rynku kolejowego w Polsce, charakteryzująca się dużą liczbą podmiotów świadczących usługi zarządcom infrastruktury, przewoźnikom kolejowym oraz podmiotom odpowiedzialnym za utrzymanie, wskazuje na konieczność zwrócenia szczególnej uwagi na poziom ryzyka na interfejsach z podmiotami trzecimi i monitorowania obszaru ryzyk wspólnych. Ryzyka te powstają na styku działalności prowadzonej przez ww. podmioty oraz ich usługodawców i dostawców materiałów, komponentów czy oprogramowania. Zauważyć należy, że od jakości dostarczonych komponentów pojazdu kolejowego zależą jego finalne parametry jak sprawność czy dostępność eksploatacyjna. Ryzyko powstałe na styku działalności narodowego zarządcy infrastruktury oraz dostawców systemów sterowania lub radiołączności przekłada się natomiast na całkowity poziom bezpieczeństwa systemu kolei w Polsce [101].

3.4. Metody stosowane do oceny ryzyka w transporcie kolejowym

Kluczowym elementem procesu analizy ryzyka jest wybór odpowiedniego sposobu akceptacji ryzyka zidentyfikowanego na poprzednich etapach procesu. Na tym etapie, w stosunku do zidentyfikowanych i sklasyfikowanych ryzyk podczas oceny znaczenia zmiany dochodzi zatem do przypisania odpowiedniej metody akceptacji ryzyka do każdego z ryzyk. Rozporządzenie CSM RA przewiduje 3 sposoby badania dopuszczalności zidentyfikowanego ryzyka tj:

1. Zastosowanie kodeksów postępowania;
2. Zastosowanie podobnych systemów odniesienia;
3. Szacowanie ryzyka jawnego.

Stosowanie kodeksów postępowania

Kodeks postępowania to w świetle CSM RA spisany zbiór zasad, które mogą być wykorzystywane do nadzorowania określonego zagrożenia lub zagrożeń, pod warunkiem ich prawidłowego stosowania [82]. W definicji „kodeksu postępowania” zaszyty jest zatem istotny warunek ich stosowania jako jednej z metod akceptacji ryzyka tj. warunek ich adekwatności, o czym świadczy zwrot „pod warunkiem ich prawidłowego stosowania”. Adekwatny tj. możliwy i prawidłowy w danym przypadku zbiór zasad lub standardów może przejawiać się w postaci:

1. Aktu prawnego międzynarodowego lub krajowego, które wiąże wprost i bezpośrednio. Do tej kategorii zaliczyć należy wiążące powszechnie źródła prawa jak ustawy, rozporządzenia, ratyfikowane umowy międzynarodowe czy bezpośrednio skuteczne prawo Unii Europejskiej np. Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności wydane w formie rozporządzeń organów UE.
2. Dokumentu referencyjnego, który nie ma wiążącego charakteru a jego stosowanie opiera się na zasadach dobrowolności. Do tej kategorii zaliczyć można np. karty UIC, normy zharmonizowane czy nieratyfikowane porozumienia międzypaństwowe – np. porozumienia przygraniczne zawarte pomiędzy sąsiadującymi państwami lub porozumienia przygraniczne zawierane pomiędzy zarządcami infrastruktury kolejowej a regulujące sposób działania podczas przekraczania granicy przez przewoźników kolejowych. Do tej kategorii zaliczyć również należy umowę AVV/GCU, RIC oraz RIV.

3. Dokumentu wewnętrznego przedsiębiorców działających w sektorze transportu kolejowego np. standardu, regulaminu, procedury, instrukcji, o ile spełniają następujące warunki:
 - są powszechnie uznane w branży kolejowej, w przeciwnym wypadku należy uzasadnić ich wybór tak, aby był on akceptowalny dla jednostki oceniającej,
 - są istotne z punktu widzenia nadzoru nad rozważanymi w danym systemie zagrożeniami,
 - są publicznie dostępne dla wszystkich podmiotów, które chcą z nich korzystać [82].

Dodać należy, że stosowanie kodeksów postępowania powinno być dokonane przez zespół zajmujący się analizą ryzyka jako pierwszy wybór środka akceptacji ryzyka. Stosowanie w transporcie kolejowym kodeksów postępowania ma bowiem wieloletnie podstawy i wynika ze ściśle technicznego charakteru rozwiązań stosowanych w tym sektorze. Dodatkowym, nie mniej ważnym argumentem jest bezpośrednio obowiązywanie wielu aktów prawnych, które jednocześnie są kodeksami postępowania i którymi podmioty sektora kolejowego są związane. Nie sposób sobie zatem wyobrazić, że w przypadku, gdy jest dostępny powszechnie obowiązujący kodeks postępowania np. w postaci TSI, normy zharmonizowanej lub karty UIC wpisanej na tzw. Listę Prezesa UTK, zespół oceniający zastosuje metodę szacowania ryzyka jawnego wykorzystując metodę FMEA i określa ilościowy parametr RPN.

Taki sposób postępowania, jako prawidłowy, zaleca Komisja Europejska w Zaleceniu Komisji z dnia 5 grudnia 2014 r. w sprawie kwestii związanych z dopuszczaniem do eksploatacji i użytkowaniem podsystemów strukturalnych i pojazdów na podstawie dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE i 2004/49/WE. Komisja Europejska wskazuje bowiem, że ze względu na interoperacyjność systemu kolei i konieczność zapewnienia zgodności technicznej dla interfejsów pomiędzy podsystemem Tabor z pozostałymi podsystemami strukturalnymi oraz z funkcjonalnymi, jako zasadę akceptacji ryzyka (w pierwszej kolejności) należy wybierać kodeksy postępowania [112][100].

Wybór kodeksu postępowania (wybranych postanowień tego kodeksu tj. jego części lub całości), powinien zagwarantować utrzymanie poziomu ryzyka po wprowadzonej zmianie na akceptowalnym poziomie. Zastosowanie kodeksów postępowania w celu akceptacji ryzyka powstałego po zmianie może skutkować również wdrożeniem dodatkowych środków kontroli ryzyka:

1. zastosowania określonych parametrów konstrukcyjnych projektowanego podsystemu,

2. zastosowania określonej technologii wykonania prac budowlanych,
3. stosowania zasady konieczności stosowania certyfikowanych wyrobów,
4. sprecyzowanego rodzaju i określonej częstotliwości szkoleń dla personelu,
5. stosowania określonej częstotliwości procesów utrzymaniowych taboru kolejowego lub infrastruktury kolejowej [100].

Podkreślenia wymaga, że zespół zajmujący się analizą ryzyka po wprowadzonej zmianie może wykorzystać kodeksy postępowania, które są stosowane powszechnie w innych sektorach gospodarki, w szczególności sektora transportowego do którego zaliczyć można transport lotniczy, drogowy czy żegluga śródlądowa i morska. Niemniej jednak dobór i sposób wykorzystania takich kodeksów przez zespół analizujący ryzyko musi być uzasadniony a sam kodeks adekwatny tj. nadawać się do zastosowania w konkretnej sytuacji. W takim przypadku niezbędne jest wykazanie, że dany przepis, standard, instrukcja lub regulamin stosowany z pozytywnym skutkiem w transporcie lotniczym, będzie spełniał swoje zadanie również w przypadku transportu kolejowego. Podkreślenia wymaga, że jak już zostało wspomniane powyżej, w przypadku zmiany znaczącej, metoda akceptacji ryzyka będzie weryfikowana przez jednostkę oceniającą adekwatność zastosowanego procesu zarządzania ryzykiem.

W przypadku, gdy zespół zajmujący się analizą ryzyka wykaże, że z wykorzystaniem kodeksów postępowania wszystkie zidentyfikowane zagrożenia będą kontrolowane, tzn. ryzyko z nimi związane będzie na akceptowalnym poziomie, proces analizy ryzyka może zostać ograniczony do następujących zadań:

1. identyfikacji zagrożeń;
2. odnotowania faktu stosowania kodeksu postępowania w rejestrze zagrożeń;
3. udokumentowania stosowania procesu zarządzania ryzykiem.

Opisany powyżej proces zarządzania ryzykiem będzie stanowił przedmiot oceny przez akredytowaną jednostkę oceniającą badającą adekwatność zastosowanego procesu zarządzania ryzykiem i zostanie zakończony wydaniem raportu w sprawie oceny bezpieczeństwa.

Stosowanie systemów odniesienia

Kolejnym sposobem akceptacji ryzyka powstałego w wyniku zmiany wprowadzonej w systemie kolei, w stosunku do której zachodzi proces zarządzania bezpieczeństwem jest stosowanie systemów odniesienia. CSM RA przez system odniesienia rozumie system, który sprawdził się w praktyce jako system o dopuszczalnym poziomie bezpieczeństwa i z którym można porównywać system oceniany pod kątem dopuszczalności ryzyka.

Stosowanie systemu odniesienia jako sposobu akceptacji ryzyka powinno następować w sytuacji, gdy brak jest kodeksów postępowania dla rodzaju zmiany, który jest oceniany. Może tak się zdarzyć w przypadku innowacyjnych rozwiązań w danym kraju, gdy brak jest krajowych standardów technicznych oraz obszar ten nie został zharmonizowany na poziomie Unii Europejskiej lub poziomie międzynarodowym. W takim przypadku CSM RA dopuszcza wykorzystanie systemu odniesienia w celu wykazania odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa dla zastosowanego rozwiązania [82]. Kierując się brzmieniem definicji zawartej w CSM RA, zespół powinien rozstrzygnąć, czy porównywane ze sobą systemy są na tyle podobne, że uzasadnione jest przyjęcie tezy, że ryzyko związane ze zidentyfikowanymi zagrożeniami w analizowanej przez zespół zmianie jest akceptowalne, ponieważ jest ono akceptowalne w systemie odniesienia funkcjonującym np. w innym państwie członkowskim UE.

CSM RA stawia tej metodzie akceptacji ryzyka stanowcze kryteria. Dopiero po ich spełnieniu możliwe jest zastosowanie tego sposobu akceptacji ryzyka. W świetle Załącznika I do CSM RA system odniesienia spełniać powinien przynajmniej następujące wymagania:

1. sprawdził się już w praktyce jako system o dopuszczalnym poziomie bezpieczeństwa i dlatego również obecnie spełniłby warunki wymagane do jego zatwierdzenia w państwie członkowskim, w którym ma być wprowadzona zmiana;
2. ma podobne funkcje i interfejsy jak oceniany system;
3. jest eksploatowany w podobnych warunkach eksploatacji jak oceniany system;
4. jest eksploatowany w podobnych warunkach środowiskowych jak oceniany system.

Dopiero w przypadku, gdy system odniesienia spełnia powyżej wymienione wymogi, możliwe jest jego zastosowanie. Szczególnie interesujący wydaje się zwrot zawarty w pierwszym z wymienionych warunków tj. *„również obecnie spełniłby warunki wymagane do jego zatwierdzenia w państwie członkowskim, w którym ma być wprowadzona zmiana”* co oznacza, że oceniane rozwiązanie np. o charakterze technicznym stanowiące system odniesienia możliwe byłoby do zaakceptowania przez jednostkę certyfikującą wyroby oraz Krajową Władzę Bezpieczeństwa wydającą zezwolenie na dopuszczenie do eksploatacji podsystemu strukturalnego podsystemu lub świadectwo dopuszczenia do eksploatacji typu urządzenia lub budowli. Warunek taki wydaje się niezwykle trudny do spełnienia co utrudnia stosowanie systemu odniesienia jako metody akceptacji ryzyka.

Zakładając jednak spełnienie wszystkich powyższych kryteriów, zachodzi wówczas domniemanie, że w przypadku ocenianego systemu:

1. ryzyko związane z zagrożeniami uwzględnionymi w systemie odniesienia uważa się za dopuszczalne,
2. wymogi bezpieczeństwa dotyczące zagrożeń uwzględnionych w systemie odniesienia można wywieść z analiz dotyczących bezpieczeństwa lub z oceny zapisów dotyczących bezpieczeństwa systemu odniesienia,
3. określone w ten sposób wymogi bezpieczeństwa odnotowuje się w rejestrze zagrożeń jako wymogi bezpieczeństwa dotyczące odpowiednich zagrożeń.

W przypadku, gdy występują różnice pomiędzy ocenianym systemem a systemem odniesienia, wycena ryzyka powinna wykazać za pomocą innego systemu odniesienia lub jednej z dwóch pozostałych zasad akceptacji ryzyka, że oceniany system cechuje co najmniej taki sam poziom bezpieczeństwa jak system odniesienia. W takim przypadku ryzyko związane z zagrożeniami uwzględnionymi w systemie odniesienia uważa się za dopuszczalne. CSM RA w sposób niebudzący wątpliwości wskazuje jednak, że w przypadku braku możliwości wykazania co najmniej takiego samego poziomu bezpieczeństwa jak w przypadku systemu odniesienia (np. ze względu na lokalną specyfikę geograficzną lokalizacji, gdzie ma zostać wprowadzona zmiana), należy określić, za pomocą jednej z dwóch pozostałych zasad akceptacji ryzyka, dodatkowe środki bezpieczeństwa w odniesieniu do różnic między systemami. Możliwe jest wówczas np. określenie kodeksu postępowania w postaci regulaminu lub procedury pokrywającej różnicę pomiędzy ocenianą zmianą a obiektem referencyjnym, do którego odwołuje się system odniesienia. Brak uwzględnienia tego czynnika może prowadzić do niekontrolowanego wzrostu poziomu ryzyka.

Jak już wspomniano, w trakcie procesu analizy ryzyka, zespół nie powinien pomijać aspektów związanych ze specyficznymi warunkami eksploatacji, warunkami geograficznymi oraz środowiskowymi porównywanych systemów, ponieważ mogą one diametralnie różnicować poziom rozpatrywanego ryzyka.

Jako przykład możliwości zastosowania systemu odniesienia w przypadku zmiany o charakterze technicznym i eksploatacyjnym można wskazać hipotetyczną zmianę polegającą na wdrożeniu w Polsce systemu transportowego kolei jednoszynowej typu „monorail”. W sytuacji braku w Polsce obowiązujących standardów technicznych i w sytuacji braku zharmonizowania tego obszaru transportu na szczeblu Unii Europejskiej, możliwe byłoby hipotetyczne wykorzystanie – jako systemu odniesienia – rozwiązań technicznych stosowanych w innych państwach europejskich lub spoza Europy – o ile spełnione zostaną warunki przedstawione powyżej. Mając na uwadze jednak liczne różnice o charakterze technicznym

i konieczność dostosowania tego rozwiązania do warunków lokalnych – byłoby to jednak niezwykle trudne. Z tego względu, w hipotetycznie rozważanym przykładzie wdrożenie w warunkach polskich systemu kolei jednoszynowej wymagać musiałoby ustanowienia kodeksów postępowania (np. zmiany tzw. Listy Prezesa UTK która zawierałaby wymagania krajowe dla tego typu systemu transportowego) a nie tylko bazować na systemach odniesienia.

Jako dodatkowy przykład wskazać można sytuację pozytywnego przeprowadzenia wydłużenia okresów międzyprzeglądowych dla danego typu pojazdu kolejowego eksploatowanego przez jednego przewoźnika, który to proces nie może stać się (w sposób bezpośredni) automatycznym systemem odniesienia dla innego przewoźnika kolejowego, który również chciałby wydłużyć cykl przeglądowo – naprawczy dla tego samego typu pojazdu kolejowego. Kluczowe dla tego drugiego przewoźnika powinny być bowiem warunki eksploatacji danego typu pojazdu, które mogą się w istotnym stopniu różnić, jak i faktyczny zakres czynności utrzymaniowych wykonywanych na każdym z poziomów. Zakres ten może się bowiem różnić w zależności od postanowień Dokumentacji Systemu Utrzymania dla obu pojazdów [100].

Szacowanie ryzyka jawnego

Na wstępie należy wskazać, że zgodnie z definicją zawartą w CSM RA, szacowanie i wycena jawnego ryzyka polega na analizowaniu ryzyka zdefiniowanego jako kombinacja częstotliwości występowania zdarzenia kolejowego prowadzącego do szkody spowodowanej danym zagrożeniem oraz stopnia powagi tej szkody.

Szacowanie ryzyka jawnego jako sposób akceptacji ryzyka, powinno odbywać się tylko w przypadku, gdy zespół zajmujący się analizą ryzyka powstałego w wyniku wprowadzonej zmiany nie zidentyfikuje adekwatnych kodeksów postępowania ani systemów odniesienia jako sposobów akceptacji ryzyka i tym samym analizowane zagrożenie lub zagrożenia nie mogą być kontrolowane za pomocą kodeksów postępowania lub systemów odniesienia. Jest to bardzo istotna zasada wyznaczająca niejako kolejność korzystania z zasad akceptacji ryzyka i uniemożliwiająca szacowanie ryzyka jawnego w sytuacji, gdy dostępny jest sprawdzony i zapewniający bezpieczeństwo kodeks postępowania.

W literaturze spotykana jest teza o wykorzystywaniu, jako metody akceptacji ryzyka, metody szacowania ryzyka jawnego w przeważającej ilości przypadków [111]. Oznaczałoby to, że wnioskodawcy wykorzystują tę metodę zamiast wykorzystywać funkcjonujące kodeksy postępowania. W przypadku zmian o charakterze organizacyjnych oraz eksploatacyjnym,

działanie takie jest zrozumiałe bowiem w wielu przypadkach brak jest dedykowanych norm czy powszechnie uznanych standardów dla zmian w poszczególnych organizacjach. W przypadku zmian o charakterze technicznym, o ile nie są to zmiany o wysokim stopniu innowacyjności technicznej, co do zasady, zastosowanie znaleźć powinny kodeksy postępowania określające m.in. wartości graniczne dla komponentów technicznych.

Szacowanie ryzyka jawnego może odbywać się metodą jakościową, ilościową lub kombinacją obydwu. Wybór jednej z nich powinien być uzależniony od dostępności informacji oraz danych dotyczących rozpatrywanych zagrożeń [111][42][100].

Rozporządzenie CSM CA wskazuje również, że *„dopuszczalność szacowanego ryzyka jest badana za pomocą kryteriów akceptacji ryzyka, które są wywodzone z wymogów zawartych w prawodawstwie unijnym lub w zgłoszonych przepisach krajowych albo bazują na tych wymogach. W zależności od kryteriów akceptacji ryzyka dopuszczalność ryzyka może być badana pojedynczo, w odniesieniu do każdego powiązanego zagrożenia lub zbiorczo, w odniesieniu do kombinacji wszystkich zagrożeń rozważanych w szacowaniu jawnego ryzyka”*.

Pozostawia to pewną dowolność zespołowi przeprowadzającemu analizę ryzyka co do sposobu przeprowadzenia szacowania ryzyka jawnego. Bez względu na przyjętą metodologię szacowania jawnego ryzyka, niezbędnymi elementami etapu szacowania ryzyka jawnego są:

1. identyfikacja zagrożeń, które mogą spowodować śmierć lub ciężkie obrażenia pasażerów, pracowników oraz osób trzecich, narażonych pośrednio lub bezpośrednio na zagrożenia wynikające z wprowadzenia analizowanej zmiany technicznej, eksploatacyjnej lub organizacyjnej,
2. identyfikacja czynników lub elementów zmienianego systemu, mogących wpłynąć na powstanie zagrożeń, np.: awarii podsystemów strukturalnych, składników interoperacyjności, urządzeń czy podzespołów; błędów ludzkich; warunków eksploatacyjnych; warunków środowiskowych,
3. oszacowanie częstotliwości, z jaką każde zagrożenie może zaistnieć,
4. oszacowanie skutków wystąpienia każdego zagrożenia (jeżeli to możliwe w postaci wskaźnika FWSI lub strat finansowych) dla przyjętych, wiarygodnych scenariuszy sytuacji niebezpiecznych,
5. oszacowanie ryzyka związanego z każdym zidentyfikowanym zagrożeniem,
6. zidentyfikowanie takich środków kontroli ryzyka, które zapewnią, że ryzyko będzie na poziomie akceptowalnym,

7. rzetelne i wyczerpujące udokumentowanie przyjętej metodologii, wykorzystanych danych i szacunków, przyjętych interpretacji oraz założeń i przeprowadzonych analiz [100].

Techniki stosowane do przeprowadzania analizy ryzyka

Na wstępie należy zaznaczyć, że CSM RA nie wymaga od wnioskodawcy stosowania konkretnej techniki analizy ryzyka celem identyfikacji potencjalnych problemów w systemie zarządzania bezpieczeństwem lub utrzymaniem, ustalenia przyczyny ich występowania oraz oszacowania skutków uszkodzeń [82][100][27]. Wykorzystywanymi technikami są m.in.

1. lista kontrolna,
2. burza mózgów,
3. metoda FMEA (Failure Mode and Effects Analysis),
4. HAZOPs (Hazard and Operability Studies),
5. FTA (Fault Tree Analysis),
6. ETA (Event Tree Analysis).

Podczas wyboru jednej z technik szacowania ryzyka jawnego niezwykle istotne jest, aby spełnione zostały następujące warunki:

1. metody stosowane do celów szacowania jawnego ryzyka muszą być prawidłowo dobrane do systemu stosowanego w organizacji i specyfiki tej organizacji tj. jej historii, zasobów, rozmiarów itp.;
2. wyniki muszą być dostatecznie dokładne, aby posłużyć jako wiarygodne uzasadnienie decyzji. Innymi słowy, wprowadzenie niewielkich zmiany w założeniach wejściowych lub warunkach wstępnych nie mogą spowodować znacząco różnych wniosków [85]. Jeżeli taka sytuacja miałaby jednak miejsce tj. niewielkie zmiany w danych wejściowych spowodowałyby istotne zmiany we wnioskach, oznacza to nieadekwatność danej metody do specyfiki organizacji. Uwagę ta dotyczy w szczególności metody FMEA czy HAZOP, której stosowanie wymaga dużego doświadczenia zespołu wykonującego ocenę i ostrożności w dobieraniu danych wejściowych.

Lista kontrolna

Lista kontrolna to jedna z podstawowych technik analizy ryzyka. Jej zastosowanie nie powinno sprawiać problemów zespołowi analizującemu ryzyko. Jej minusami jest jednak

powierzchność przeprowadzeń analizy i możliwość powstania luk pomiędzy analizowanym zagadnieniem a pytaniami zawartymi w liście kontrolnej.

Lista kontrolna to innymi słowy wykaz czynności przygotowywany dla skomplikowanych zadań, którego celem jest zapewnienie właściwej kolejności wykonywania zadania i niepominięcia żadnego istotnego procesu. Może być również wykorzystywana do porównania ocenianego stanu faktycznego ze stanem wzorcowym [100]. Prawidłowo sporządzona lista kontrolna powinna w pierwszej kolejności odpowiadać celowi, dla którego została sporządzona. Lista kontrolna powinna składać się z pytań kontrolnych dotyczących etapów procesu, które powinny być wykonane i umożliwić weryfikację ich wykonania. Lista kontrolna umożliwia sprawdzenie i oznaczenie pytań lub etapów, które zostały zrealizowane i w ten sposób wspomaga organizację w procesie analizy ryzyka. Zalecana jest dla organizacji rozpoczynających swoją działalność [85] oraz w przypadku oceny nieskomplikowanych zagrożeń lub procesów.

Burza mózgów

„Burza mózgów” jest metodą twórczego rozwiązywania problemów. Cechuje ją wykorzystanie intuicji oraz doświadczenia pojedynczych osób oraz pracy w większym zespole ludzkim. Służy gromadzeniu informacji i opinii prezentowanych przez uczestników burzy mózgów na temat jasno sprecyzowanego problemu. Każdy z uczestników ma możliwość wyrażenia swojej opinii, która nie powinno podlegać ocenie pod względem wartości informacji. Ponadto, nie występują sztywne ramy prowadzenia dyskusji, co prowadzi do znacznej otwartości uczestników i wyrażania swojej opinii. Ważne jest, aby uczestnikami spotkania były osoby, które posiadają dogłębną znajomość działalności organizacji oraz takie, które potrafią określić codzienne problemy istniejące w tej organizacji [47][16].

Jej szeroka użyteczność sprawia, że nadaje się do wykorzystania w bardzo różnych warunkach i na każdym etapie procesu analizy ryzyka.

Burza mózgów przebiega w trzech etapach:

1. Przygotowanie do burzy mózgów – celem tego etapu jest zapoznanie wszystkich uczestników z metodą, przyjęcie zasad obowiązujących podczas trwania sesji pomysłowości, tj. brak krytyki wobec przedstawianych pomysłów oraz wymyślenie ich w możliwie dużej liczbie, podział osób na grupy oraz wybranie osób piastujących funkcje, np. przewodniczącego czy sekretarza.

2. Sesja pomysłowości – bierze w niej udział zespół pomysłowości, którego zadaniem jest opracowywanie pomysłów rozwiązań problemu. W zespole powinny być osoby w różnym wieku, płci oraz zajmujące różne stanowiska. W skład zespołu nie mogą wchodzić osoby będące w relacjach przełożony – podwładny, ponieważ może to budzić niechęć do wygłaszania pomysłów w obawie przed krytyczną oceną przełożonego. Wybrany wcześniej przewodniczący kieruje zespołem, zaś odpowiedzialnym za zapisywanie wszystkich pomysłów jest sekretarz.
3. Ocena pomysłów – ostatni etap burzy mózgów. Bierze w nim udział zespół ekspertów, których zadaniem jest ocena pomysłów wypracowanych w trakcie sesji pomysłowości. Członkowie zespołu powinni prezentować dobrą znajomość organizacji i wykazywać się wiedzą oraz otwartością na nowe pomysły. Przyjęte pomysły powinny być możliwe do osiągnięcia i nie mogą być sprzeczne z celami i strategią firmy [100].

Metoda FMEA

Jak już wspomniano w rozdziale 2, najbardziej rozpowszechnioną metodą wyceny ryzyka w polskim systemie kolei jest metoda FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Z tego względu to tej metodzie zostanie poświęcona największa uwaga w niniejszym rozdziale. W języku polskim FMEA funkcjonuje jako „metoda analizy przyczyn i skutków wad” lub „analizy możliwości i efektów powstawania wad” lub „analizy możliwych przyczyn i skutków wad” lub „analizy przyczyn, skutków i krytyczności wad” tj. FMECA (ang. *Failure Mode Effects and Criticality Analysis*).

Metoda FMEA opisana jest w sposób szczegółowy w najbardziej aktualnej normie zharmonizowanej PN-EN IEC 60812:2018-12 pt. „Analiza rodzajów i skutków uszkodzeń (FMEA i FMECA)”. Celem analizy rodzajów i skutków uszkodzeń (FMEA) jest ustalenie, w jaki sposób obiekty lub procesy mogą ulegać uszkodzeniu. Jest to istotne w celu zidentyfikowania adekwatnych środków zaradczych. Metoda FMEA jest zatem metodą ciągłej identyfikacji rodzajów uszkodzeń łącznie z ich skutkami na obiekt lub proces. Oprócz identyfikacji rodzajów uszkodzeń i ich skutków może ona obejmować również identyfikację przyczyn uszkodzeń i przybierać postać metody FMECA. Metoda FMEA (oraz FMECA) umożliwia przypisanie rodzajom uszkodzeń dedykowanych priorytetów i wag, co ma na celu ułatwienie procesu decyzyjnego dotyczącego zastosowania w organizacji środków zaradczych. Metoda FMEA/FMCEA ma zastosowanie do urządzeń, oprogramowania, procesów, łącznie z czynnościami człowieka oraz ich interfejsów, w dowolnej ich kombinacji. Istotne jest,

że norma PN-EN IEC 60812:2018-12, będąc normą o charakterze ogólnym, nie podaje konkretnych wskazówek dla zastosowań dotyczących bezpieczeństwa [68][46][110] tj. stanowi ona jedynie narzędzie do stosowania pozostawiając oceniającym dużą swobodę decyzyjną.

Założeniem metody FMEA jest przypisanie przez interdyscyplinarny zespół liczby ryzyka R do każdego zagrożenia ujętego w Rejestrze zagrożeń. Liczba ryzyka R jest natomiast iloczynem trzech czynników:

- parametru związanego z prawdopodobieństwem wystąpienia zdarzenia wynikającego z danego zagrożenia P,
- parametru określającego potencjalne skutki zdarzenia wynikającego z danego zagrożenia S,
- parametru związanego z prawdopodobieństwem wykrycia danego zagrożenia D [27].

Poniżej została przedstawiona tabela, która może posłużyć do przeprowadzenia wyceny ryzyka metodą FMEA, w której przypisać należy odpowiednie miary dla wartości P, S i D oraz wskazać wprowadzone działania zmierzające do obniżenia poziomu ryzyka.

Tabela 1. Tabela do identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka metodą FMEA

IDENTYFIKACJA ZAGROŻEŃ I OCENY RYZYKA METODĄ FMEA														
Aktualna ocena ryzyka i środków bezpieczeństwa							Dodatkowe środki bezpieczeństwa							
Nr	Zagrożenie	Ewentualne maksymalne konsekwencje	Istniejące środki bezpieczeństwa	P	S	D	R	Wprowadzone działania	Odpowiedzialny	Termin	P	S	D	R
1.														

Źródło: opracowanie własne na podstawie [100]

Parametry P, S, D, dobierane są na podstawie kryteriów wyceny ryzyka, które są określane zarówno w sposób ilościowy jak i jakościowy. Kryteria ilościowe wykorzystywane są w przypadku, gdy w organizacji dostępne są odpowiednie statystyki dotyczących zagrożeń. W przypadku kryteriów jakościowych parametry P, S, D, dobiera się w oparciu o doświadczenie i wiedzę ekspercką osób wyceniających ryzyko posiłkując się standardami technicznymi np. normami EN 50126 czy EN 50129.

Przykładami oznaczeń słownych w przypadku parametru S (potencjalny skutek zdarzenia) mogą być określenia: nieistotne, małe, średnie, duże, katastrofalne.

W przypadku parametru P (wystąpienia zdarzenia) można posłużyć się określeniami: bardzo rzadkie, rzadkie, możliwe, prawdopodobne, bardzo prawdopodobne.

Obliczony parametr R, określający poziom zidentyfikowanego ryzyka dotyczący każdego z zagrożeń, porównuje się z przyjętymi wewnątrz w organizacji kryteriami.

Przedstawiając poniższą macierz, opisać można sytuację hipotetycznej organizacji, w której w przypadku zidentyfikowania minimalnego i małego ryzyka (ryzyka dopuszczalnego) w organizacji nie ma ryzyka wystąpienia niebezpieczeństwa i taka organizacja nie musi stosować dodatkowych działań minimalizujących ryzyko. W sytuacji zidentyfikowania ryzyka na średnim poziomie (ryzyko tolerowalne) należy podjąć odpowiednie działania zapobiegawcze w celu uniknięcia zmaterializowania się danego ryzyka. W przypadku natomiast wystąpienia ryzyka niedopuszczalnego tj. dużego bądź ekstremalnego poziomu wystąpienia zagrożenia, niezbędne jest wdrożenie dodatkowych środków kontroli procesu w celu wyeliminowanie zagrożenia lub usunięcia jego skutków. Macierz ryzyka, która mogłaby zostać zastosowana w takiej hipotetycznej organizacji została zobrazowana na poniższym rysunku.

MATRYCA BUDOWY POZIOMU RYZYKA ZAISTNIENIA ZAGROŻENIA (ZDARZENIA)						
PRAWDOPODOBIENIŚTWO	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
		A	B	C	D	E
		SKUTKI				
		MINIMALNE	MAŁE	ŚREDNIE	DUŻE	EKSTREMALNE

Rysunek 11. Przykład macierzy ryzyka
Źródło: opracowanie na podstawie [68]

Największą zaletą metody FMEA jako techniki szacowania ryzyka jawnego jest jej czytelność oraz możliwość szerokiego zastosowania na różnych etapach zarządzania ryzykiem

– zarówno ryzykiem procesowym jak i produktowym. Metoda FMEA w odniesieniu do produktu może być bowiem stosowana zarówno w fazie koncepcji produktu, w fazie projektowania wyrobu, w fazie wdrażania produktu na skalę przemysłową, w produkcji oraz w fazie eksploatacji. Wadami metody FMEA jest konieczność posiadania znacznej liczby danych wejściowych i informacji na temat analizowanego procesu, które umożliwią obiektywną ocenę wskaźników P, S, D [85]. Wspomnieć należy również o możliwym narażeniu członków zespołu na presję czynników spoza zespołu szacującego ryzyko, aby określać niskie poziomy parametrów P, S, D co w konsekwencji nie będzie powodowało konieczności stosowania dodatkowych (i często kosztowych) środków kontroli ryzyka. Z tego powodu dedykowana jest ona dojrzałym organizacjom, które stosują w praktyce zasady kultury bezpieczeństwa.

HAZOP

Metoda HAZOP (Hazard and Operability) została opracowana w latach 70-tych dwudziestego wieku. Jej założeniem jest poszukiwanie pojedynczych (izolowanych) zagrożeń, problemów eksploatacyjnych oraz odchyień od pożądanego stanu. W metodzie HAZOP wykorzystywane są spotkania w formie burzy mózgów, których efektem jest określenie możliwości przekształcenia tych niewielkich odstępstw w poważne zdarzenia o katastroficznych konsekwencjach [43][89]. HAZOP jest ustrukturyzowanym i systematycznym badaniem planowanych lub istniejących produktów, procesów, procedur oraz systemów.

Może być techniką identyfikacji ryzyka związanego z bezpieczeństwem zawodowym pracowników, ryzyka związanego ze sprzętem, środowiskiem czy celami organizacji. HAZOP ma na celu identyfikację potencjalnych zagrożeń (awarii) i innych strat (np. produkcyjnych) spowodowanych odchyleniami od założonych warunków operacyjnych systemu. Analiza jest najczęściej wykonywana na etapie projektowania i wdrażania nowych procesów i systemów w przedsiębiorstwie. Można ją również wykorzystać w celu identyfikacji zagrożeń w już istniejących procesach. Analiza ryzyka przy użyciu metody HAZOP pozwala na identyfikację i ocenę zagrożeń w obszarach wysokiego ryzyka, dając możliwość zastosowania odpowiednich środków bezpieczeństwa oraz kontroli ryzyka [100]. Analiza może dotyczyć systemów mechanicznych i elektronicznych, procedur, oprogramowania, także zmian zachodzących w ocenianym podmiocie. HAZOP jest metodą zespołową, opartą na założeniu, że grupa specjalistów z wielu różnych dziedzin uzyska dużo lepsze rezultaty analizy zagrożeń niż w przypadku pracy indywidualnej. Etapami tej metody są:

1. Wyznaczenie grupy ekspertów odpowiedzialnych za przeprowadzenie analizy oraz określeniu celów i zakresu badania,
2. Ustanowienie zestawu słów (kluczy) sugerujących rodzaj odchylenia od założonych parametrów,
3. Uzyskanie potrzebnej dokumentacji i opisu procesów potrzebnych do analizy,
4. Przeanalizowanie każdego procesu, systemu i procedury przy użyciu uzyskanej dokumentacji oraz podprocesów bezpośrednio z nimi związanych,
5. Zidentyfikowanie przyczyn zagrożeń, które zostały uprzednio wykryte,
6. Określenie siły oddziaływania zagrożeń na analizowany proces i wyodrębnieniu tych odchyłeń, które znacząco zagrażają organizacji,
7. Określenie sposobów łagodzenia skutków zagrożeń, czyli działań zapobiegającym powstawaniu odchyłeń,
8. Dokumentowanie informacji uzyskanych przy pomocy analizy HAZOP oraz wdrożenie działań łagodzących skutki odchyłeń.

Na podstawie częstotliwości występowania zdarzeń inicjujących ryzyko oraz stopnia dotkliwości skutków należy nanieść zidentyfikowane ryzyka na tzw. matrycę ryzyka, ukazującą obszary akceptowalności scenariuszy (Rys. 12). Na podstawie matrycy można zidentyfikować zdarzenia w poszczególnych obszarach akceptowalności i podjąć odpowiednie działania.

		SKUTKI					
		KLASY	1	2	3	4	5
CZĘSTOTLIWOŚĆ	1	1	2	3	4	5	
	2	2	4	6	8	10	
	3	3	6	9	12	15	
	4	4	8	12	16	20	
	5	5	10	15	20	25	

1 – 4	RYZYO JEST AKCEPTOWALNE
5 - 9	RYZYO DOPUSZCZALNE/ PODWYŻSZONE RYZYO

Rysunek 12. Przykładowa matryca ryzyka. Źródło: opracowanie własne

Formularz analityczny metody HAZOP powinien zawierać następujące elementy:

1. Zamierzenie, czyli cel funkcjonowania systemu, określony na podstawie dokumentacji technicznej systemu, statutu, procedur i innych dokumentów wewnętrznych;
2. Odchylenia, czyli błędy, które mogłyby powstać w funkcjonowaniu systemu
3. Przyczyny – realne przyczyny powstania odchyłeń;
4. Skutki – konsekwencje błędnego funkcjonowania systemu;
5. Słowa kluczowe – określenie potencjalnych odchyłeń od parametrów [10].

Jako zaletę metody HAZOP należy wymienić bardzo wysoka efektywność spowodowaną tym, że w czasie przeprowadzania analizy, grupa ekspertów dokonuje dokładnego i metodycznego przeglądu całego systemu. Na podstawie swoich doświadczeń i specjalistycznej wiedzy dokonywana jest dogłębna analiza problemu i określone zostają zdarzenia inicjujące ryzyko oraz działania zapobiegające powstawaniu ryzyka. HAZOP jest metodą pracochłonną, kosztowną i wymagającą dużego doświadczenia zespołu analizującego ryzyko lecz jednocześnie dającą pożądane efekty [100].

FTA (Fault Tree Analysis) Analiza Drzewa Błędów

Metoda FTA polega na analizie drzewa błędów tj. określeniu powiązań między zdarzeniami (np. awaria) i ich skutkami (stan odbiegający od normy). Drzewo błędów służy do identyfikacji i analizy czynników, które mogą być przyczyną niepożądanych zdarzeń. Analiza drzewa błędów FTA ma postać grafu o charakterze drzewa opisującego bezpośrednio lub pośrednio przyczyny zdarzeń połączone ze sobą operatorami logicznymi „I” oraz „LUB” [89].

Drzewo zdarzeń przedstawia zatem zależności przyczynowo-skutkowe. Schemat ilustruje przyczyny, których skutek określany jest jako niepewne zdarzenie bądź ryzyko. Drzewo błędów wykorzystuje się do analizy ilościowej i jakościowej:

1. Analiza jakościowa – pozwala na skoncentrowanie się w całym obszarze ryzyka i zrozumienie sytuacji, której ryzyko dotyczy. W tym podejściu nie uwzględnia się prawdopodobieństwa wystąpienia szkód.
2. Analiza ilościowa – pozwala na wyznaczenie prawdopodobieństw ciągów zdarzeń lub zdarzeń pojedynczych.

Proces analizy ryzyka za pomocą metody drzewa błędów polega na:

1. Zdefiniowaniu zdarzenia szczytowego,
2. Identyfikacji zdarzeń, które prowadzą do powstania zdarzenia szczytowego,

3. Ustaleniu struktury hierarchicznej drzewa błędów,
4. Skonstruowaniu drzewa błędów (powiązanie bramkami logicznymi zdarzeń),
5. Określeniu zdarzeń podstawowych (źródło zdarzenia szczytowego) oraz ich prawdopodobieństw,
6. Wyznaczeniu usterek uznanych za podstawowe czynniki decydujące o powstaniu zdarzenia szczytowego,
7. Obliczeniu prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia szczytowego na podstawie pojedynczych usterek,
8. Wyznaczeniu dominujących zdarzeń, które mają wpływ na zdarzenie szczytowe,
9. Analizie wrażliwości, która sprawdza, jak pojedyncza zmiana prawdopodobieństwa uszkodzenia jednego elementu wpływa na prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia szczytowego [100].

Zaletą metody FTA jest jej graficzne zobrazowanie w formie czytelnego grafu, który przedstawia relację pomiędzy przyczynami a skutkami zdarzenia. Do ograniczeń techniki FTA należy głównie trudność w odwzorowaniu wszystkich błędów człowieka. Próba formalnego określenia wszystkich zależności w formie zależności przedstawienia na grafie może spowodować, że drzewo zdarzeń będzie bardzo skomplikowane a jej wyniki będą trudne do zidentyfikowania [89].

ETA (Event Tree Analysis) Analiza Drzewa Zdarzeń

Metoda ETA polega na analizie ciągów zdarzeń, które są następstwem pojedynczego zdarzenia inicjującego [89]. Metoda obejmuje oszacowanie prawdopodobieństwa wystąpienia każdego z tych ciągów jak również zdefiniowanie wywoływanych przez nie skutków. Metoda ETA wyraża się w formie graficznego modelu zależności przyczynowo-skutkowych. Drzewo zdarzeń rozpatruje drogę od zdarzenia początkowego do zdarzenia końcowego. Rozpoczyna się pewnym zdarzeniem inicjującym i przedstawia wszystkie możliwe ciągi zdarzeń będące następstwami zdarzenia początkowego. Każde ze zdarzeń powinno mieć dwa rozgałęzienia, określone prawdopodobieństwem ich wystąpienia, które oznaczają powodzenie lub brak powodzenia zdarzenia. Prawdopodobieństwo określonego skutku (zdarzenia końcowego) otrzymuje się, mnożąc przez siebie prawdopodobieństwa wszystkich zdarzeń składających się na ścieżkę w drzewie [89].

Wyróżnia się dwie formy ETA tj. przedwypadkową i powypadkową. Forma przedwypadkowa może służyć do ustalenia zbiorów zdarzeń początkujących i oceny

prawdopodobieństwa ich zajścia, natomiast powypadkowa – do analizy zaistniałej awarii i identyfikacji niedoskonałości funkcjonalnej systemów bezpieczeństwa.

Co do zasady, procedura analizy ETA składa się z sześciu głównych etapów:

1. Identyfikacji zdarzenia inicjującego, które może doprowadzić do założonej awarii,
2. Identyfikacji funkcji bezpieczeństwa, przewidzianych do łagodzenia skutków zdarzenia inicjującego,
3. Konstrukcji drzewa zdarzeń,
4. Opisu wynikających z konstrukcji drzewa sekwencji awaryjnych,
5. Wyznaczenia minimalnych przekrojów drzewa,
6. Opracowania dokumentacji.

3.5. Rejestr zagrożeń, wymogi bezpieczeństwa, rola jednostki oceniającej

Rejestr zagrożeń dla wprowadzanej zmiany

Dodać należy, że CSM RA zobowiązuje organizację, w której przeprowadzono ocenę ryzyka do stworzenia rejestru zagrożeń dla ocenianej zmiany. Celem tworzenia rejestru jest śledzenie postępu w zarządzaniu ryzykiem. CSM RA wymaga, aby rejestr zagrożeń zawierał szereg informacji określonych w tym rozporządzeniu [82]. Pożądanym zachowaniem przewoźnika kolejowego, zarządcy infrastruktury czy podmiotu odpowiedzialnego za utrzymanie wagonów pojazdów kolejowych jest prowadzenie rejestru zagrożeń również po fizycznym wdrożeniu zmiany. W przypadku korzystania przez wnioskodawców z podwykonawców (np. zakładów naprawczych taboru lub wykonawców modernizacji linii kolejowych) i powierzania tym podmiotom prowadzenie rejestru zagrożeń związanego ze zmianą, pożądane jest ponadto, aby taki podwykonawca budował rejestr zagrożeń w sposób możliwie najbardziej kompatybilny z rejestrem prowadzonym przez przewoźnika lub zarządcę. Rejestr zagrożeń powinien być aktualizowany w określonych sytuacjach, do których zaliczyć należy: zidentyfikowanie nowego zagrożenia, uaktualnienie informacji dotyczących zdarzeń i wydarzeń kolejowych, zidentyfikowanie nowego środka kontroli ryzyka, przypisanie innego środka kontroli ryzyka do danego zagrożenia [100].

Wskazanie wymogów bezpieczeństwa oraz zapewnienie zgodności z wymogami bezpieczeństwa

Ostatnim etapem procesu oceny ryzyka w przypadku zmiany znaczącej jest wskazanie tj. zidentyfikowanie wymogów bezpieczeństwa jakie musi spełniać system po wprowadzeniu zmiany a następnie zapewnienie zgodności z wymogami bezpieczeństwa, co zostaje potwierdzone w toku niezależnej oceny przez akredytowaną jednostkę oceniającą adekwatność zastosowanego procesu zarządzania ryzykiem [82][11].

Zapewnienie zgodności z wymogami bezpieczeństwa w systemie po wprowadzonej zmianie, która to np. w przypadku modernizacji pojazdu kolejowego polega na zapewnieniu zgodności części modernizowanej z wymaganiami odpowiedniej Technicznej Specyfikacji Interoperacyjności względnie normy znajdującej się na Liście Prezesa UTK, wiąże się ściśle z pojęciem bezpiecznej integracji. Ustalenie właściwej Technicznej Specyfikacji Interoperacyjności, pod kątem której przeprowadzana jest modernizacja pojazdu oraz identyfikacja przepisów wewnętrznych w organizacji i regulacji obowiązujących w otoczeniu (np. u zarządcy infrastruktury) jest w istocie wskazaniem wymogów bezpieczeństwa. Wykazanie zgodności z nimi zapewniane jest natomiast np. w formie certyfikacji podsystemu strukturalnego (w zakresie TSI) lub przeprowadzonego procesu zarządzania ryzykiem (w zakresie aspektów eksploatacyjnych) co ma finalnie zapewnić bezpieczną integrację. CSM RA nakłada bowiem na państwa członkowskie UE obowiązek sprawdzania technicznej zgodności modernizowanych podsystemów strukturalnych (Tabor, Infrastruktura, Energia, Sterowanie) z systemem kolejowym, do którego są włączane po modernizacji, co obejmuje ich bezpieczną integrację z systemem kolei [82][112]. Innymi słowy, Krajowe Władze Bezpieczeństwa w trakcie rozpatrywania wniosków o wprowadzenie do obrotu zmodernizowanych pojazdów kolejowych lub podsystemów strukturalnych instalacji stałych po modernizacji zobowiązane są do weryfikacji osiągnięcia bezpiecznej integracji, która nie powinna opierać się jedynie na wykazaniu zgodności technicznej (z odpowiednią normą lub TSI) lecz również dotyczyć powinna aspektów eksploatacyjnych w tym jakości zarządzania czynnikiem ludzkim.

Konieczność zapewnienia bezpiecznej integracji zyskuje na coraz większym znaczeniu ze względu na zmianę przepisów ustawy o transporcie kolejowym od 28 lipca 2021 r. Od tego dnia bowiem, wydanie zezwolenia na dopuszczenie do eksploatacji podsystemów wymaga przedłożenia Prezesowi UTK dokumentów potwierdzających bezpieczną integrację, w tym raportu w sprawie oceny bezpieczeństwa wydanego przez jednostkę oceniającą typu AsBo.

Jak wskazuje Agencja Kolejowa Unii Europejskiej w Nocie objaśniającej w sprawie bezpiecznej integracji, bezpieczna integracja „to nieodłączna część systematycznego procesu oceny ryzyka i zarządzania ryzykiem związanym z każdym podsystemem strukturalnym. Koncepcja „bezpiecznej integracji” ma zatem szersze znaczenie, które wykracza poza jednorazowe sprawdzenie zgodności technicznej czy prawidłowego ustanowienia interfejsów technicznych między kilkoma połączonymi podsystemami. Bezpieczna integracja obowiązuje na różnych poziomach i dotyczy całego cyklu życia projektowania, eksploatacji, utrzymania i likwidacji / wycofania z eksploatacji systemu kolejowego oraz jego komponentów” [3]. Agencja Kolejowa Unii Europejskiej wyraźnie zatem wskazuje, że zapewnienie bezpieczeństwa zmodyfikowanego (tj. zmodernizowanego, odnowionego lub zmodyfikowanego w mniejszym zakresie) podsystemu strukturalnego wymaga bardzo kompleksowego podejścia wnioskodawcy do oceny ryzyka a od jednostki oceniającej (zarówno jednostki certyfikującej wyrób jak i jednostki inspekcyjnej zajmującej się oceną bezpieczeństwa) wymaga holistycznego podejścia do procesu certyfikacji i inspekcji u wnioskodawcy.

W tym miejscu postawić należy tezę o powstaniu wysokiego stopnia ryzyka w przypadku położenia nacisku przez wnioskodawcę tylko na aspekty techniczne wprowadzanej zmiany bez uwzględnienia konieczności zarządzania ryzykiem ludzkim, środowiskowym czy eksploatacyjnym, które wymagają zaadresowania w inny sposób niż tylko zapewnienie zgodności z TSI.

Udział jednostki oceniającej

Na samym końcu procesu oceny ryzyka, który co do zasady występuje w przypadku zmian znaczących w rozumieniu art. 4 CSM RA, znajduje się udział i rola jednostki oceniającej adekwatność stosowania procesu zarządzania ryzykiem oraz jego wyników w transporcie kolejowym. W świetle CSM RA „jednostka oceniająca” jest to niezależna i kompetentna wewnętrzna lub zewnętrzna osoba, organizacja lub podmiot, które przeprowadzają badanie w celu ocenienia, na podstawie dowodów, zdolności systemu do spełnienia wymogów bezpieczeństwa, które się do niego stosują.

W polskim systemie kolejowym jednostkami oceniającymi są jednostki zewnętrzne tzw. jednostki typu A, które uzyskały akredytację na normę PN-EN ISO/IEC 17020 Ocena zgodności. Wymagania dotyczące działania różnych rodzajów jednostek przeprowadzających inspekcję [69]. Jednostka taka dokonuje niezależnej oceny prawidłowości stosowania procesu zarządzania ryzykiem, określonego w załączniku do CSM RA, oraz jego wyników, w celu

zweryfikowania czy oceniany system spełnia wymogi bezpieczeństwa i czy nastąpiła bezpieczna integracja znaczącej zmiany do systemu kolejowego.

Udział jednostki oceniającej kończy się wydaniem raportu w sprawie bezpieczeństwa, którego ramowa struktura przedstawiona została w Załączniku III do CSM RA. W szczególności raport z niezależnej oceny adekwatności zastosowanego procesu zarządzania ryzykiem powinien odpowiadać na następujące pytania, przedstawione w programie akredytacji jednostek oceniających DAK-08 [69]:

1. czy opis systemu podlegającego zmianie jest kompletny?
2. czy zidentyfikowano wszystkie racjonalnie przewidywalne zagrożenia dotyczące ocenianego systemu?
3. czy wszystkie zidentyfikowane zagrożenia zostały sklasyfikowane, a dokonana klasyfikacja została uzasadniona w sposób wyczerpujący?
4. czy klasyfikacja zagrożeń o zasadniczo dopuszczalnym ryzyku została uzasadniona w sposób kompletny?
5. czy wszystkie zagrożenia zostały umieszczone w rejestrze zagrożeń, a powiązane z nimi środki bezpieczeństwa zostały zidentyfikowane i opisane w wyczerpujący sposób w rejestrze zagrożeń?
6. czy wskazano w rejestrze zagrożeń, osoby odpowiedzialne za stosowanie środków bezpieczeństwa służących zmniejszeniu ryzyka związanego z zagrożeniami?
7. czy zidentyfikowano wszystkie interfejsy mające znaczenie dla ocenianego systemu?
8. czy proces zarządzania ryzykiem na interfejsach odbywa się w sposób prawidłowy?
9. czy wskazane zostały wymogi bezpieczeństwa, które powinien spełniać system?
10. czy rejestr zagrożeń zawiera kompletne informacje na temat monitorowania ryzyka związanego ze zidentyfikowanymi zagrożeniami?
11. czy zastosowana zasada akceptacji ryzyka jest uzasadniona dla ocenianej zmiany?
12. czy wybrana zasada akceptacji ryzyka spełnia minimalne wymagania wynikające z Rozporządzenia nr 402/2013?
13. czy wybrana zasada akceptacji ryzyka została zastosowana w sposób odpowiedni i konsekwentny?
14. czy wykazanie zgodności z wymogami bezpieczeństwa zostało przeprowadzone w sposób poprawny i wyczerpujący, a przyjęte podejście w zakresie wykazania zgodności jest właściwe?

15. czy spełnione zostały wymogi bezpieczeństwa określone na etapie oceny ryzyka dla wprowadzanej zmiany?
16. czy zapewniona została bezpieczna integracja projektowanej zmiany do systemu jako całości?
17. czy przyjęte przez wnioskodawcę rozwiązania w zakresie organizacji, metodyk i aspektów technicznych (w rozumieniu Rozporządzenia Komisji nr 402/2013) dla potrzeb bezpiecznej integracji ocenianego systemu z całym systemem kolejowym są właściwe?
18. czy proces zarządzania ryzykiem jest udokumentowany w sposób kompletny i umożliwiający jego weryfikację przez jednostkę oceniającą?
19. czy proces wykazania zgodności z wymogami bezpieczeństwa jest udokumentowany w sposób kompletny i umożliwiający jego weryfikację przez jednostkę oceniającą?
20. czy proces związany z bezpieczną integracją projektowanej zmiany do systemu został udokumentowany w sposób kompletny i umożliwiający jego weryfikację przez jednostkę oceniającą?

Przedstawiona powyżej, swoista lista kontrolna stosowana przez jednostki oceniające, umożliwia przeprowadzanie powtarzalnych inspekcji i standaryzuje minimalną zawartość i treść raportów wydawanych przez różne jednostki akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji w oparciu o DAK-08.

Jak wykazują powyższe rozważania, rola jednostki oceniającej w zakresie adekwatności zastosowanego procesu zarządzania ryzykiem jest bardzo istotna w kontekście bezpieczeństwa wprowadzonej zmiany do systemu kolei. Nie można się zgodzić z głosami pojawiającymi się w dalszym ciągu w przestrzeni polskiego systemu kolejowego wskazującymi, że jednostka oceniająca bada tylko zgodność przeprowadzonej przez wnioskodawcę procedury oceny ryzyka z zasadami określonymi w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 402/2013. Weryfikacja zgodności z procedurą (tj. kolejnymi krokami postępowania) wynikającą z przedmiotowego rozporządzenia jest jedynie nieznacznym elementem weryfikacji przez jednostkę typu AsBo.

Kluczowa w pracy jednostki oceniającej typu AsBo jest natomiast analiza czy wprowadzany do obrotu pojazd, podsystem lub zmodyfikowany wyrób kolejowy spełnia przyjęte wymogi funkcjonalne i techniczne oraz wymogi bezpieczeństwa przypisane do takiego wyrobu a także czy oceniany podsystem „może być bezpiecznie użytkowany i utrzymywany w jego kontekście fizycznym funkcjonalnym, środowiskowym i eksploatacyjnym oraz kontekście utrzymania,

zarówno w trybie normalnym, jak i awaryjnym, jeśli eksportowane zagrożenia są kontrolowane w sposób zapewniający ich akceptowalny poziom” [3].

Z powodu zakresu odpowiedzialności ciężącej na jednostkach typu AsBo istotne jest, aby w dalszym ciągu wzmocniały swoją pozycję i rangę oraz aby poszerzały zasoby techniczne umożliwiające pełną analizę aspektów wynikających z programu akredytacji DAK-08.

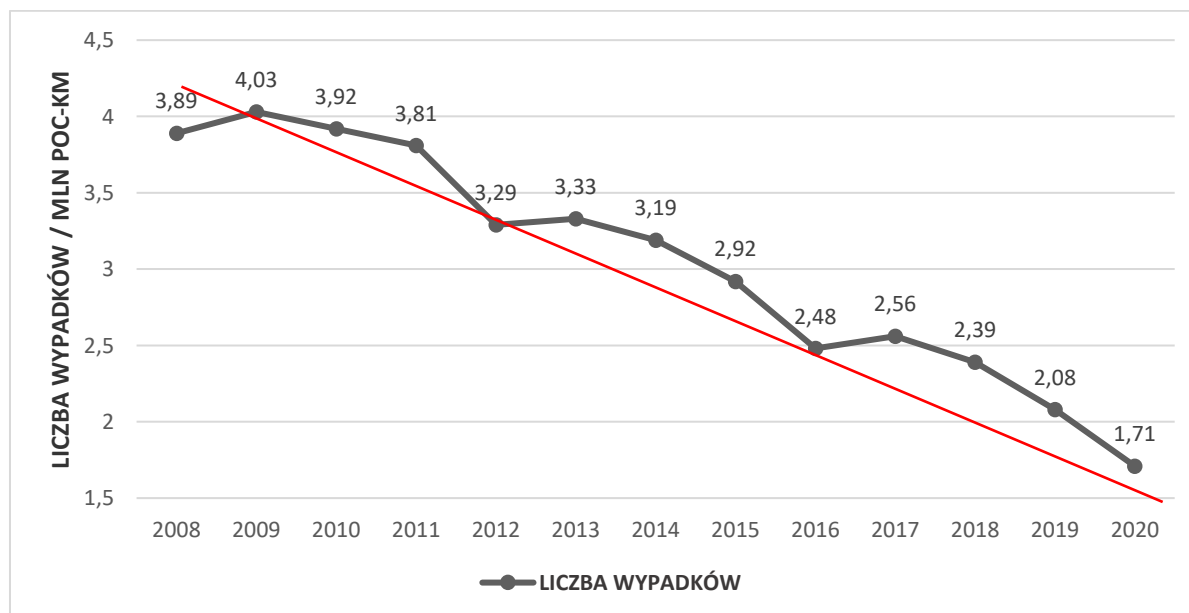
4. Ocena ryzyka w procesie wdrażania interoperacyjności

4.1. Stan aktualny

W 2022 r. w polskim systemie kolejowym prowadziło działalność, około 100 przewoźników kolejowych (ang. *Railway Undertakings*), 11 autoryzowanych zarządców infrastruktury kolejowej (ang. *Infrastructure Managers*), 82 certyfikowanych podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie pojazdów kolejowych, kilkudziesięciu niecertyfikowanych jeszcze dostąd podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie pojazdów kolejowych (ang. *Entity in Charge of Maintenance*), które odpowiadają za utrzymanie pojazdów innych niż wagony towarowe i znajdują się w toku uzyskiwania certyfikatu ECM. Niejako obok ww. grup podmiotów funkcjonuje kilkudziesięciu producentów wyrobów stosowanych w kolejnictwie, w tym: producentów pojazdów kolejowych, składników interoperacyjności, typów budowli i typów urządzeń podlegających procedurze uzyskania świadectwa na dopuszczenie do eksploatacji.

Od jakości zastosowanych przez ww. podmioty metod oceny ryzyka w toku prowadzenia swojej działalności zależy ogólny poziom bezpieczeństwa systemu kolejowego. Jak zostało wskazane w początkowych rozdziałach niniejszej rozprawy, systemy zarządzania bezpieczeństwem (SMS) i systemy zarządzania utrzymaniem (MMS) stosowane są obligatoryjnie przez certyfikowanych przewoźników kolejowych prowadzących przewozy na udostępnianych liniach kolejowych, autoryzowanych zarządców infrastruktury udostępniających linie kolejowe, certyfikowane podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pojazdów kolejowych. Dodać należy, że znacząca liczba podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie pojazdów kolejowych innego rodzaju niż wagony towarowe (np. lokomotyw, wagonów pasażerskich, elektrycznych zespołów trakcyjnych czy spalinowych zespołów trakcyjnych) znajduje się obecnie w fazie wdrażania MMS i uzyskiwania certyfikatów ECM. Producenci wyrobów kolejowych nie są natomiast zobowiązani prawnie do wdrożenia w swoich organizacjach systemów zarządzania bezpieczeństwem czy utrzymaniem. Nie oznacza to jednak, że producenci nie są zobowiązani, w niektórych przypadkach przewidzianych w przepisach prawa (a w niektórych przypadkach zobowiązani umownie), do stosowania Wspólnych Metod Oceny Bezpieczeństwa a w szczególności do stosowania Rozporządzenia Komisji nr 402/2013. Jako przykład można wskazać producentów przeprowadzających modernizację pojazdów kolejowych lub przedsiębiorstwa budowlane wykonujące modernizację linii kolejowych (podsystemów strukturalnych instalacji stałych zabudowanych na linii kolejowej).

Stosowanie Wspólnych Metod Bezpieczeństwa niewątpliwie przyczyniło się do obniżenia poziomu wypadkowości na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat (Rys. 13). Potwierdza to przedstawiony poniżej miernik wypadkowości obliczany przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w corocznym Sprawozdaniu ze stanu bezpieczeństwa ruchu kolejowego [104].



Rysunek 13. Miernik wypadków w latach 2008 – 2020

Źródło: opracowanie na podstawie [104]

Tabela 2. Miernik wypadków za lata 2008 – 2020

Lp.	Rok	Praca eksploatacyjna [mln poc-min]	Liczba wypadków	Miernik
1.	2008	229,8	894	3,89
2.	2009	209,8	845	4,03
3.	2010	217,2	851	3,92
4.	2011	222,6	849	3,81
5.	2012	218,5	719	3,29
6.	2013	211,4	704	3,33
7.	2014	210,3	671	3,19
8.	2015	218,2	638	2,92
9.	2016	234,0	581	2,48
10.	2017	242,4	621	2,56
11.	2018	253,5	607	2,39
12.	2019	252,4	525	2,08
13.	2020	237,7	406	1,71

Źródło: opracowanie na podstawie [104]

Postępujący od 2008 r. spadek wartości miernika wypadkowości wynika z wielu czynników, lecz bezspornie świadczy o poprawie poziomu bezpieczeństwa systemu kolejowego.

W ocenie Autora rozprawy, głównym powodem tego trendu jest coraz skuteczniejsze stosowanie przez uczestników procesu przewozowego systemów zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem oraz konsekwentny nadzór nad systemem kolejowym ze strony Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego. Warto odnotować, że pozytywny trend utrzymuje się pomimo wprowadzania bardzo wielu zmian w systemie kolei mających na celu dostosowanie polskiej infrastruktury kolejowej i suprastruktury do standardów interoperacyjności określonych w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności.

Warto również dodać, że od 16 czerwca 2022 r. wszystkie podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pojazdów kolejowych innych niż wagony towarowe zobowiązane są do wdrożenia systemów zarządzania utrzymaniem, w rozumieniu rozporządzenia 2019/779 ustanawiającego szczegółowe przepisy dotyczące systemu certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie pojazdów zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 oraz uchylające rozporządzenie Komisji (UE) nr 445/2011 [81]. Oznacza to, że kolejna grupa uczestników systemu kolejowego poddana będzie większej regulacji i nadzorowi w obszarze zarządzania ryzykiem. W stosunku do stanu sprzed wejścia w życie ww. zasad, liczba certyfikowanych ECM może nawet ulec podwojeniu do ponad 140 certyfikowanych podmiotów pod koniec 2022 r.

4.2. Wspólne zasady oceny ryzyka w kontekście wdrażania interoperacyjności

W odniesieniu do przewoźników kolejowych i zarządców infrastruktury wymogi dotyczące budowy systemu zarządzania bezpieczeństwem określone są w chwili obecnej w Rozporządzeniu 2018/762 określającym wspólne metody oceny bezpieczeństwa w odniesieniu do wymogów dotyczących systemu zarządzania bezpieczeństwem. Analogicznie, Rozporządzenie 2018/779 określa ramy systemów zarządzania utrzymaniem, które wdrażane są w podmiotach odpowiedzialnych za utrzymanie pojazdów kolejowych (ECM). SMS i MMS mogą być również ze sobą zintegrowane w ramach większej struktury (np. przewoźnika kolejowego, który jednocześnie pełni rolę ECM dla swoich pojazdów) i spełniać jednocześnie kryteria obu ww. aktów prawnych. Odnosząc się do grupy producentów wyrobów kolejowych, wskazać należy, że zobowiązani są oni do stosowania Wspólnej Metody Oceny Bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka w przypadku wprowadzanych zmian w systemie kolei.

Stosowanie metod oceny ryzyka może mieć charakter ciągły tj. może mieć miejsce w rezultacie monitorowania realizowanych procesów lub incydentalny (w rezultacie oceny ryzyka wywołanego wdrożoną zmianą w systemie kolei) [77][19][12][91]. W pierwszej kolejności przedstawienia wymaga ocena ryzyka dokonywana w sposób systematyczny w toku monitorowania realizowanych procesów. W ramach posiadanych SMS i MMS, przewoźnicy kolejowi, zarządcy infrastruktury czy certyfikowane podmioty odpowiedzialne za utrzymanie mają nałożony obowiązek identyfikacji zagrożeń związanych z bieżącą działalnością, a także wyznaczanie i monitorowanie skuteczności środków mitygacji ryzyka. Najczęściej spotykane jest przeprowadzanie, raz do roku, kompleksowej oceny ryzyka uwzględniającej wszystkie rodzaje ryzyk występujących w organizacji w celu opracowania Programu Poprawy Bezpieczeństwa. Można wyróżnić następujące rodzaje ryzyk wspólne dla czterech podstawowych kategorii podmiotów:

Tabela 3. Klasyfikacja ryzyk.

Klasyfikacja ze względu na źródła ich powstania
<ul style="list-style-type: none"> – ryzyko wynikające z działalności własnej – ryzyko wspólne – powstające wskutek współpracy z innymi uczestnikami systemu kolejowego (np. zarządcą infrastruktury) – ryzyko pozostałe (np. ryzyko społeczne, ryzyko związane z klęskami żywiołowymi)
Klasyfikacja ze względu na specyfikę, podstawy prawne i metodologię oceny
<ul style="list-style-type: none"> – ryzyko techniczne – ryzyko operacyjne – ryzyko zawodowe
Klasyfikacja ze względu na wpływ na system kolejowy
<ul style="list-style-type: none"> – ryzyko bezpośrednie – ryzyko pośrednie

Źródło: opracowanie na podstawie [3]

Podmioty te mają swobodę w zakresie wyboru wykorzystywanych metod oceny ryzyka jednak, w praktyce powszechna w użyciu (w odniesieniu do ryzyka technicznego i operacyjnego) jest zmodyfikowana metoda FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) [12][91].

Powszechnie stosowana ocena ryzyka metodą FMEA składa się z następujących etapów [86]:

1. Analiza wszystkich procesów związanych z działalnością Spółki. Celem etapu jest przegląd wszystkich procesów realizowanych przez Spółkę.

W toku tego etapu analizie podlegają potencjalne zagrożenia w odniesieniu do następujących procesów: procesu planowania, zarządzania personelem, utrzymania taboru czy szeroko rozumianej infrastruktury (na przykład bocznicy przewoźnika), procesu komunikacji, procesu zarządzania dokumentacją, realizacji procesu przewozu, realizacji procesu prowadzenia ruchu kolejowego, procesów związanych z działalnością podwykonawców oraz dostawców, postępowania w przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnej.

2. Identyfikacja zagrożeń

Celem tego etapu jest sporządzenie wykazu możliwych zagrożeń dla spółki z uwzględnieniem ryzyka wspólnego i ryzyka powstającego w wyniku działalności stron trzecich oraz wstępne wyznaczenie konsekwencji.

3. Określenie ryzyka

Celem tego etapu jest określenie ryzyka technicznego dla wnioskodawcy według następującego schematu.

Określenie w skali 1 ÷ 10 czynników wpływających na zagrożenie w branży kolejowej:

Liczba W – parametr bezpośrednio związany z prawdopodobieństwem wystąpienia zagrożenia (możliwość wystąpienia zagrożenia), określana w zakresie od 1 do 10,

Liczba Z – parametr bezpośrednio związany z prawdopodobieństwem wykrycia zagrożenia, określana w przedziale od 1 do 10,

Liczba S – parametr określający skutek zagrożenia, (dla poziomu bezpieczeństwa kolejowego) wartość z przedziału od 1 do 10 [11][91].

Występowanie zagrożenia (W) oznacza prawdopodobieństwo wystąpienia określonej przyczyny zagrożenia. Prawdopodobieństwo wystąpienia ma znaczenie względne.

Sposobem w jaki możliwe jest dokonanie obniżenia poziomu występowania (W), jest zapobieganie lub kontrolowanie przyczyny błędu powodującego zagrożenie.

Wykrywanie (Z) jest oceną związaną z najlepszym narzędziem kontrolnym możliwym do wykorzystania w celu wykrycia zagrożenia przed jego urzeczywistnieniem. Wykrywanie jest oceną względną w ramach konkretnego FMEA. W celu osiągnięcia niższych pozycji w rankingu, z reguły należy udoskonalić planowane narzędzie kontrolne.

Skutek zagrożenia (S) jest poziomem rankingu przypisanym do najpoważniejszego skutku dla danego typu błędu powodującego zagrożenie. Waga jest rankingiem względnym w ramach danego FMEA. Obniżenie wskaźnika rankingu wagi można osiągnąć przez wprowadzenie zmiany do procesu.

Wyznaczenie liczby określającej ryzyko następuje w wyniku iloczynu W (wystąpienie zagrożenia), Z (wykrycie zagrożenia) oraz S (konsekwencji zagrożenia):

$$R = W \times Z \times S \quad (4.1.)$$

Zgodnie z powyższymi założeniami, liczba R – określająca ryzyko przyjmuje wartości od 1 do 1000.

Na podstawie ustanowionej wewnątrz macierzy ryzyka przewoźnik kolejowy, zarządca infrastruktury czy certyfikowany podmiot odpowiedzialny za utrzymanie pojazdów kolejowych identyfikuje ryzyko jako:

- Niedopuszczalne, istotnie zagrażające bezpieczeństwu systemu kolejowego należy niezwłocznie podjąć środki korygujące, klasa ryzyka = 4.
- Akceptowalne - należy jednak podjąć odpowiednie środki zaradcze, klasa ryzyka = 3 i 2.
- Ryzyko jest do zaakceptowania, nie wymagane jest podejmowanie żadnych działań, klasa ryzyka = 1.

Macierz ryzyka stosowanej przez przewoźników kolejowych, zarządców infrastruktury i podmioty odpowiedzialne za utrzymanie może przybrać następującą formę:

Tabela 4. Matryca ryzyka z przypisaniem możliwych wartości ryzyka – opracowanie własne na podstawie [68]

KLASA RYZYKA	RYZYKO „R”	POZIOM RYZYKA
1	$R \leq 90$	BRAK RYZYKA WYSTĄPIENIA NIEBEZPIECZEŃSTWA
2	$90 < R < 120$	KONIECZNE JEST MONITOROWANIE RYZYKA I WDROŻENIE PLANU NAPRAWCZEGO
3	$120 < R \leq 150$	KONIECZNE SĄ DZIAŁANIA ELIMINUJĄCE RYZYKO
4	$R > 150$	ZAGROŻENIE KRYTYCZNE ISTOTNIE ZAGRAŻAJĄCE BEZPIECZEŃSTWU SYSTEMU KOLEJOWEGO

Źródło: opracowanie własne na podstawie [68]

Dodać należy, że metodę FMEA jako metodę oceny ryzyka w niektórych sytuacjach stosować mogą również producenci pojazdów oraz innych wyrobów kolejowych np. składników interoperacyjności lub typów budowli i urządzeń.

Przechodząc do kwestii stosowania metod oceny ryzyka w przypadku wprowadzania zmian w systemie kolei, które w znacznej mierze związane są z postępującym procesem wdrażania interoperacyjności na kolei w Polsce, wskazać należy, że wdrażanie interoperacyjności, jak zostało wykazane w rozdziale 2, związane jest z licznymi zmianami wprowadzanymi w podsystemach strukturalnych wymienionych w Dyrektywie 2016/797 w sprawie interoperacyjności tj.:

1. Tabor,
2. Sterowanie – urządzenia pokładowe,
3. Infrastruktura,
4. Energia,
5. Sterowanie – urządzenia przytorowe.

Zmiany te wywołane są licznymi procesami modernizacyjnymi na liniach kolejowych oraz w taborze kolejowym eksploatowanym przez przewoźników kolejowych i są związane realizacją polityk Unii Europejskiej stawiającej na promowanie transportu zbiorowego i kolei jako jednej z najbardziej ekologicznych form transportu. Modernizacje i odnowienia podsystemów strukturalnych wymagają zastosowania Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności – w ten sposób postępuje proces wdrażania zasad interoperacyjności na polskich kolejach. Wprowadzenie ww. zmian w systemie kolei, w tym przypadku zmian

które mają wpływ na bezpieczeństwo, powoduje konieczność przeprowadzenia oceny znaczenia zmiany w rozumieniu Rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013 w oparciu o pięć kryteriów wymienionych w art. 4 ww. aktu prawnego. Jest to tzw. Wspólna Metoda Oceny Bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka. W przypadku, gdy proponowana zmiana ma wpływ na bezpieczeństwo, wnioskodawca, kierując się fachowym osądem, decyduje o znaczeniu zmiany na podstawie kryteriów określonych w art. 4 Rozporządzenia Komisji nr 402/2013 [82][91][27] analizując:

1. skutki awarii systemu: wiarygodny najgorszy scenariusz w przypadku awarii ocenianego systemu,
2. innowację wykorzystaną przy wprowadzaniu zmiany; kryterium to obejmuje innowacje dotyczące zarówno całej branży kolejowej, jak i tylko organizacji wprowadzającej zmianę,
3. złożoność zmiany,
4. monitoring: niezdolność monitorowania wprowadzonej zmiany podczas całego cyklu życia systemu i dokonywania odpowiednich interwencji,
5. odwracalność zmiany: niezdolność powrotu do systemu sprzed zmiany,
6. dodatkowość: ocena znaczenia zmiany z uwzględnieniem wszystkich przeprowadzonych niedawno zmian ocenianego systemu, które były związane z bezpieczeństwem i nie zostały ocenione jako znaczące.

Wnioskodawca tj. podmiot, który zmianę wprowadził (może nim być zarówno przewoźnik kolejowy, zarządca infrastruktury, ECM lub producent) powinien powierzyć przeprowadzenie oceny znaczenia zmiany zespołowi interdyscyplinarnemu, składającemu się ze specjalistów dysponującym odpowiednim doświadczeniem z różnych obszarów transportu kolejowego [100].

Badając kryterium skutków awarii systemu, zespół interdyscyplinarny wziąć pod uwagę powinien stosowane środki bezpieczeństwa oraz przeprowadzić analizę konieczności zastosowania dodatkowych środków aby zminimalizować prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia kolejowego. Kryterium innowacyjności powinno natomiast obejmować specyficzne uwarunkowania w danej organizacji a zespół interdyscyplinarny zobowiązany jest do odpowiedzi na pytanie czy zmiana jest innowacyjna w odniesieniu do warunków obowiązujących u danego wnioskodawcy. Podstawowym aspektem brany pod uwagę przy ocenie złożoności zmiany jest natomiast ilość podsystemów strukturalnych i eksploatacyjnych, których zmiana dotyczy, rozpatrywana w kontekście niepewności ich wzajemnego wpływu

po wprowadzeniu zmiany [100]. W przypadku kryterium monitorowania, szczególną uwagę zwrócić należy na złożone systemy techniczne, gdzie bezpośrednia zdolność monitorowania wprowadzonej zmiany jest często utrudniona. W przypadku odwracalności, najistotniejszym aspektem jest możliwość niemalże natychmiastowego powrotu zmienianego systemu do stanu sprzed wprowadzenia zmiany. Rozpatrując kryterium dodatkowości wskazać należy na możliwość wystąpienia wielu niewielkich zmian wprowadzanych w krótkim okresie, np. stopniowe podnoszenie prędkości maksymalnej na linii kolejowej. W takiej sytuacji zasadne będzie potraktowanie wszystkich zmian nieznaczących jako jednej zmiany znaczącej.

Kryteria podane w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 402/2013 mają charakter wspomagający i brak jest w przepisach prawa wskazówek w jaki sposób identyfikować zmianę znaczącą ani informacji, ile z ww. kryteriów powinno zostać spełnionych, aby zmiana została uznana za znaczącą. Odpowiedzialność za ostateczną decyzję dotyczącą tego czy zmiana zostanie uznana za znaczącą czy nie ponowi wnioskodawca tj. np. przewoźnik kolejowy czy producent wyrobów kolejowych. Organy odpowiedzialne za nadzór nad systemami zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem takie jak Krajowe Władze Bezpieczeństwa poszczególnych państw UE (ale również Agencja Kolejowa Unii Europejskiej), publikują poradniki dotyczące sposobu przeprowadzania ocen znaczenia zmiany (por. [2][58][100]). Podejście zaproponowane przez krajowy organ ds. bezpieczeństwa Wielkiej Brytanii (Office of Rail Regulation) [58] stanowi interesujący sposób określenia kolejności analizowanych kryteriów. Podejście to wykorzystywane jest także m.in. w Niemczech [98][91] oraz jest spotykane w Polsce ze względu na zaczerpnięcie brytyjskiego podejścia przez autorów Ekspertyzy UTK [100]. Zgodnie z tym podejściem, pierwszym brany pod uwagę kryterium powinna być dodatkowość. Analiza tego kryterium umożliwia określić pełny zakres ocenianej zmiany i prawidłowo określić system kolejowy, który ulega zmianie. Następnie analizowana powinna zostać innowacyjność i złożoność proponowanej zmiany. Zasadą jaką należy przyjąć, jest że im bardziej zmiana jest innowacyjna i złożona tym trudniej ją kontrolować i tym bardziej wzrasta poziom niepewności związany ze zmianą. Niepewność ta wraz z przewidywanymi skutkami awarii, powinna zostać wzięta pod uwagę podczas oceny znaczenia zmiany w zgodności z przyjętą w danej organizacji macierzą do oceny znaczenia zmiany. Brytyjska Władza Bezpieczeństwa w swoich wytycznych zaproponowała następującą macierz służącą do oceny znaczenia zmiany, gdzie parametr niepewności i przewidywanych skutków przybiera wartość od 1 do 4.

Tabela 5. Matryca stosowana w procesie oceny znaczenia zmiany

PRZEWIDYWANE SKUTKI NIEPEWNOŚĆ	NIEZNACZĄCE (1)	MARGINALNE (2)	KRYTYCZNE (3)	KATASTROFICZNE (4)
	WYSOKA (4)			
ŚREDNIA (3)				
NISKA (2)				
BARDZO MAŁA (1)				

Źródło: opracowanie na podstawie [81]

W przypadku ww. macierzy zaproponowanej przez Krajową Władzę Bezpieczeństwa w Wielkiej Brytanii, kolor zielony oznacza zmianę nieznaczącą natomiast kolor czerwony – zmianę znaczącą. Gdy zespół interdyscyplinarny uzna, że znajduje się w polu zaznaczonym kolorem żółtym niezbędne jest wzięcie pod uwagę dwóch dodatkowych kryteriów określonych w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 402/2013 tj. monitorowania i odwracalności zmiany, które powinny ostatecznie przesądzić o tym, czy zmiana zostanie uznana za znaczącą czy nie. Ponownego podkreślenia wymaga, że w świetle Rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013 jedynie zmiany uznane przez wnioskodawcę za zmiany znaczące, wiążą się z koniecznością przeprowadzenia procesu zarządzania ryzykiem określonego w art. 5 ww. aktu prawnego.

W każdym przypadku znaczącej zmiany, proces zarządzania ryzykiem obejmuje następujące działania:

1. ocenę ryzyka, w ramach której identyfikuje się zagrożenia, ryzyko, związane z nim środki bezpieczeństwa oraz wymogi bezpieczeństwa, które powinien spełniać oceniany system lub jego element,
2. wykazanie zgodności systemu (lub jego ocenianego elementu) ze zidentyfikowanymi wymogami bezpieczeństwa, oraz

- zarządzanie wszystkimi zidentyfikowanymi zagrożeniami oraz związanymi z nimi środkami bezpieczeństwa.

Prawidłowość sposobu przeprowadzonej wyceny i oceny ryzyka, w przypadku zmian znaczących, badana jest przez niezależną i akredytowaną jednostkę oceniającą (AsBo ang. Assessment Body) [82][38][91][100][91]. Szczegóły działalności tego typu jednostek zostały przedstawione w Rozdziale 3. Proces wyceny i oceny ryzyka kończy się z chwilą wykazania zgodności systemu (lub jego ocenianego elementu) ze wszystkimi wymogami bezpieczeństwa koniecznymi do zaakceptowania ryzyka związanego ze zidentyfikowanymi zagrożeniami.

ZIDENTYFIKOWANE PROBLEMY ZWIĄZANE Z OCENĄ RYZYKA W KONTEKŚCIE WDRAŻANIA INTEROPERACYJNOŚCI W POLSCE

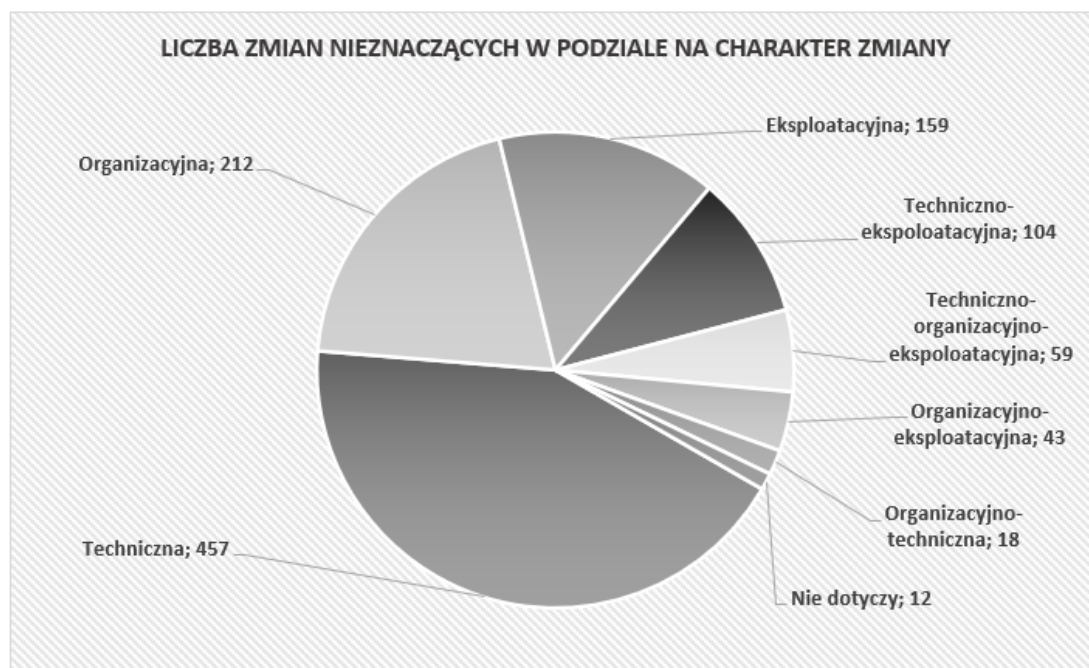
Jak wynika z publicznie dostępnych informacji przekazywanych przez Urząd Transportu Kolejowego w ramach działalności popularyzujących wiedzę o zarządzaniu bezpieczeństwem, w 2017 r. zostało sporządzonych ponad 1068 ocen znaczenia zmiany przez przewoźników kolejowych, zarządców infrastruktury kolejowej, podmiotów odpowiedzialnych za pojazdy kolejowych. W liczbie tej nie uwzględniono jednak ocen znaczenia zmiany przeprowadzanej przez producentów wyrobów kolejowych oraz podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie, które nie były certyfikowane w 2017 r. – ze względu na brak posiadania przez te organizacje Systemów Zarządzania Bezpieczeństwem lub Utrzymaniem [113].

Na wszystkie 1068 ocenionych zmian w systemie kolei jedynie 3,5% zmian zostało ocenionych jako znaczące i w stosunku do nich przeprowadzono proces zarządzania ryzykiem. Oznacza to, że w przypadku 96,5% ocenionych zmian w systemie kolei, nie przeprowadzono zarządzania ryzykiem oraz zapewnienia bezpiecznej integracji (lub nie wykonano tych działań zgodnie z obowiązującymi zasadami wynikającymi z Rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013) a należy przyjąć, że w przypadku wszystkich ze zmian (jako mających wpływ na bezpieczeństwo) doszło do wzrostu poziomu ryzyka w związku z wprowadzonymi zmianami. Brak zastosowania procesu zarządzania ryzykiem (mitygacji ryzyka) może natomiast powodować niekontrolowane obniżenie poziomu bezpieczeństwa w systemie kolei.

Taka sytuacja może niekorzystnie obić się na poziomie bezpieczeństwa w następnych latach w wyniku wieloletniego kumulowania się ryzyka, które nie zostało prawidłowo i w pełni zmitygowane. Dodatkowo, w procesie transportowym w dalszym ciągu może dochodzić do występowania zagrożeń asymetrycznych (np. terrorystycznych), które mogą wywołać donioślejsze skutki w systemie kolei posiadającym aktywne, niezarządzone zagrożenia [15].

Podkreślenia wymaga, że spośród ponad tysiąca ocenionych zmian w systemie kolei, 503 zmiany zostały ocenione przez narodowego zarządcę infrastruktury kolejowej tj. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. a zatem blisko połowa zmian w systemie kolei związana jest co do zasady z realizacją szerokiego programu inwestycji kolejowych zawartego w Krajowym Programie Kolejowym tj. modernizacji podsystemów Infrastruktura, Energia, Sterowanie - urządzenia przytorowe i wprowadzenia w stosunku do tych podsystemów rozwiązań przewidzianych w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności. Jednocześnie, jedynie 9 zmian zostało ocenionych przez PKP PLK jako zmiany znaczące, w przypadku których konieczne jest przeprowadzenie procesu zarządzania ryzykiem. Wyjaśnienia również wymaga, że PKP PLK w przypadku wielu zmian uznanych za nieznaczące zauważa konieczność przeprowadzenia analizy ryzyka i przeprowadzenia procesu zarządzania ryzykiem pomimo braku takiego obowiązku (przy zmianach nieznaczących). Pomimo tego, spośród zmian wprowadzonych przez PKP PLK, niezależnej ocenie adekwatności przeprowadzonego procesu zarządzania ryzykiem przez AsBo poddawane są jedynie zmiany znaczące. W 2017 r. jedynie 9 zmian. zostało poddanych takiej niezależnej ocenie przez akredytowaną jednostkę oceniającą.

Jak zostało przedstawione na poniższym rysunku, blisko połowa wszystkich zmian (457) ma charakter czysto techniczny. Znaczący udział w ogólnej liczbie ocen znaczenia zmiany posiadają również zmiany o charakterze organizacyjnym (212) i o charakterze eksploatacyjnym (159) [113]. Mając na uwadze złożoność zmian wprowadzanych w systemie kolejowym w obszarze techniki kolejowej i jej niewątpliwy wpływ na sferę eksploatacji podsystemów strukturalnych, nasuwają się wątpliwości czy zmiana zidentyfikowana jako techniczna nie będzie miała wpływu na procesy eksploatacyjne np. prowadzenie ruchu kolejowego czy bezpieczną eksploatację pojazdów kolejowych.



Rysunek 14. Liczba zmian znaczących w podziale na charakter zmiany

Źródło: opracowanie własne na podstawie [113]

Wśród zidentyfikowanych przez Urząd Transportu Kolejowego nieprawidłowości [113], które związane są ze sposobem oceniania zmian w systemie kolei, szczególnego omówienia wymagają następujące z nich:

1. Uczestnicy procesu transportowego oceniają w dużej mierze zmiany polegające na aktualizacji dokumentacji SMS/MMS, Dokumentacji Systemu Utrzymania bądź instrukcji wewnętrznych w swoich organizacjach. Skupiają się zatem na skutku zmiany (aktualizacji zapisów w instrukcjach, procedurach, DSU) a nie na samej zmianie jaką może być np.: zmiana sposobu utrzymania rozjazdów kolejowych, zmiana w procesie oceny dostawców wyrobów i usług czy zmiana cyklu przeglądowo – naprawczego lokomotywy spalinowej. Takie postępowanie powodować może brak poprawnej oceny znaczenia zmiany, ponieważ ocenie podlega wprowadzenie modyfikacji w dokumentacji zamiast modyfikacji w realizowanym procesie;
2. Ogólne i lakoniczne odnoszenie się do kryteriów oceny znaczenia zmiany przewidzianych w Rozporządzeniu Komisji nr 402/2013 bez szczegółowego wyjaśnienia, dlaczego zespół interdyscyplinarny uznał np. niski poziom innowacyjności danej zmiany;

3. Niski poziom zmian znaczących (tylko 3,5% wśród ogólnej liczby zmian w 2017 r.) przekładający się na brak zarządzania ryzykiem w rozumieniu Rozporządzenia Komisji nr 402/2013 i w sposób w nim przewidziany co może w średniej perspektywie czasowej negatywnie wpłynąć na poziom bezpieczeństwa w transporcie kolejowym;

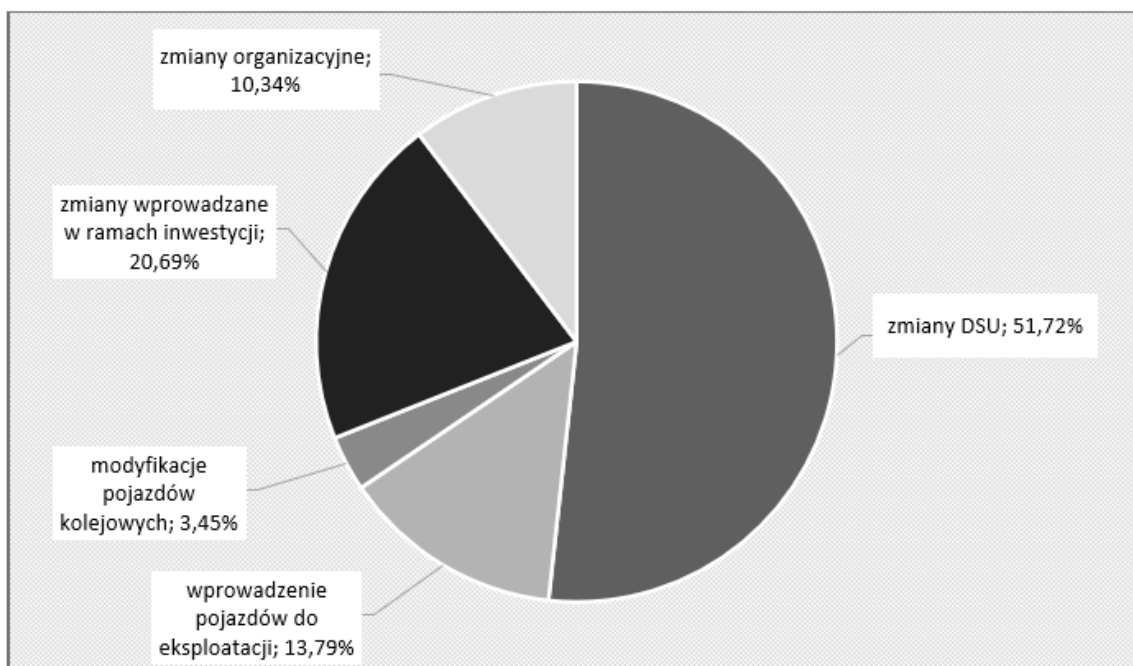
Ponadto, jak wskazuje się w literaturze [27], uznanie zmiany za nieznaczącą utrudnia lub uniemożliwia pozyskanie wielu ważnych informacji, takich jak:

1. zidentyfikowanie nowych zagrożeń powstałych po wprowadzeniu zmiany,
2. weryfikację, z jakim ryzykiem one wiążą się,
3. określenie środków kontroli ryzyka tj. czynności jakie należy wykonać w związku ze wzrostem poziomu ryzyka,
4. możliwość mitygacji ryzyka.

Opisane powyżej podejście wynika najczęściej z braku zrozumienia celu i istotności procesu analizy ryzyka w celu utrzymania ryzyka na akceptowalnym poziomie. Analiza ryzyka (jako część szerszego procesu oceny ryzyka) traktowana bywa jako wymóg formalny i biurokratyczny. Analizy ryzyka nie są zatem postrzegane jako kluczowe źródło informacji niezbędnych do zarządzania bezpieczeństwem, w tym zarządzania bezpieczeństwem w skomplikowanych projektach np. dotyczących modernizacji pojazdów kolejowych.

Drugi obszar dotyczy nieprawidłowości identyfikowany przez Urząd Transportu Kolejowego dotyczy identyfikacji zagrożeń. Zauważalna jest w niektórych przypadkach nadmierna agregacja zagrożeń a w przypadku innych podmiotów ich zbyt duże rozdrobienie. Problematyczny może się również okazać brak odnotowywania w rejestrze zagrożeń postępów w monitorowaniu ryzyka [113][27].

Podobne ankiety do tej przeprowadzonej w 2017 r. Urząd Transportu Kolejowego powtórzył w 2019 roku. Na Rys. 15 przedstawiono udział obszarów, których dotyczyły zmiany znaczące w 2019 r.



Rysunek 15. Udział poszczególnych rodzajów zmian znaczących wprowadzonych w systemie kolejowym w 2019 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [102]

Z przekazanych Urzędowi Transportu Kolejowego danych wynika, że w 2019 r. podmioty oceniły 1180 zmian w systemie kolejowym, z czego 1151 (98%) było zmianami nieznaczącymi i tylko 29 (2%) znaczącymi tj. takimi które nie wymagają wykonywania oceny ryzyka [102]. Obszary, w których odnotowano zmiany znaczące zaznaczono na powyższym rysunku.

4.3. Przewoźnicy kolejowi

Certyfikowani przewoźnicy kolejowi stanowią grupę podmiotów, które w największym stopniu podlegają regulacji ze strony Dyrektywy 2016/798 w sprawie bezpieczeństwa. W określonych sytuacjach, np. w przypadku wprowadzania modernizacji pojazdów kolejowych, w stosunku do przewoźników ma zastosowanie również Dyrektywa 2016/797 w sprawie interoperacyjności. Jako organizacje wykonujące bezpośrednio pracę przewozową z wykorzystaniem suprastruktury systemu kolejowego są odpowiedzialne za bezpieczną eksploatację pojazdów kolejowych [108] i w sensie prawnym odpowiadają za szkody wyrządzone w systemie kolei „na zasadzie ryzyka”. Zasada ta opiera się na założeniu, że ten, kto eksploatuje urządzenia wprowadzane w ruch za pomocą siły przyrody (w tym przypadku pojazdy kolejowe w trakcji spalinowej lub elektrycznej lub o innym systemie zasilania) lub posługuje się dla realizacji swoich celów ekonomicznych podległymi mu osobami, ponosi

odpowiedzialność za szkody wyrządzone podmiotom trzecim (np. szkody w infrastrukturze kolejowej lub uszczerbki na zdrowiu pasażerów) chociażby nie był winny. Z tego powodu, Systemy Zarządzania Bezpieczeństwem stosowane przez przewoźników kolejowych są najbardziej kompletnymi systemami zarządzania w sektorze transportu kolejowego. Systemy Zarządzania Bezpieczeństwem przewoźników kolejowych, którzy w terminologii stosowanej w aktach unijnych nazywani są przedsiębiorstwami kolejowymi (Railway Undertakings) [19][83] mogą obejmować również zarządzanie infrastrukturą kolejową swojego zaplecza technicznego.

Przewoźnicy kolejowi realizują co do zasady następujące, przedstawione w Tabeli 6, procesy w ramach swojej działalności:

Tabela 6. Procesy realizowane przez przewoźników kolejowych

Procesy	
Procesy główne	Realizacja przewozu osób lub rzeczy
	Utrzymanie lub nadzór nad utrzymaniem pojazdów
	Nadzór nad użytkowaną bocznicą kolejową
Proces krytyczny	Zarządzanie ryzykiem
Procesy pomocnicze	Zarządzanie kompetencjami personelu
	Opracowywanie planów awaryjnych na wypadek zagrożenia lub zdarzenia
	Zarządzanie utrzymaniem taboru
Procesy wspomagające	Utrzymanie sprawności taboru i zasobów technicznych
	Rozwój utrzymania

	Ocena dostawców
	Postępowanie po zdarzeniu
Procesy koordynujący	Audyty bezpieczeństwa i Kontrole
	Zarządzanie zmianą
	Działania korygujące, zapobiegawcze i nadzór nad niezgodnościami
	Nadzór nad dokumentami i zapisami
	Przegląd zarządzania
	Opracowanie, nadzorowanie i zarządzanie programem poprawy bezpieczeństwa

Źródło: opracowanie własne

Jak zostało wspomniane w rozdziale 3, w chwili obecnej Systemy Zarządzania Bezpieczeństwem przewoźników kolejowych powinny być zbudowane w zgodności z rozporządzeniem 2018/762 [76], które określa wymogi jakie muszą spełniać systemy zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych i zarządców infrastruktury. Przepisy rozporządzenia 2018/762 przewidują konieczność pokrycia przez systemy zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych następujących obszarów:

Tabela 7. Kryteria dla SMS przewoźników kolejowych

I. Kontekst organizacji
II. Przywództwo

- Przywództwo i zaangażowanie;
- Polityka w zakresie bezpieczeństwa;
- Funkcje, odpowiedzialność, rozliczalność i uprawnienia w ramach organizacji;
- Konsultacje z pracownikami i innymi stronami;

III. Planowanie

- Działania mające na celu ograniczenie ryzyk;
- Cele w zakresie bezpieczeństwa i planowanie;

IV. Wsparcie

- Zasoby;
- Kompetencje;
- Świadomość;
- Informowanie i komunikowanie;
- Dokumentacja;
- Integracja czynników ludzkich i organizacyjnych;

V. Działalność

- Planowanie i nadzór nad działaniami operacyjnymi;
- Zarządzanie składnikami aktywów;
- Wykonawcy, partnerzy i dostawcy;
- Zarządzanie zmianą;
- Zarządzanie w sytuacji kryzysowej;

VI. Ocena wyników

<ul style="list-style-type: none"> – Monitorowanie; – Audyt wewnętrzny; – Przegląd zarządzania;
VII. Doskonalenie
<ul style="list-style-type: none"> – Wyciąganie wniosków z wypadków i incydentów; – Ciągłe doskonalenie.

Źródło: opracowanie własne

Procedury pokrywające ww. obszary działalności przewoźnika kolejowego, wraz z tzw. Księgą SMS oraz przepisami wewnętrznymi przewoźnika pozwalają na uzyskanie jednolitego certyfikatu bezpieczeństwa wydawanego przez Krajową Władzę Bezpieczeństwa lub Agencję Kolejową Unii Europejskiej [19]. Jednymi z najważniejszych procedur w ramach SMS przewoźnika kolejowego jest procedura dotycząca zarządzania ryzykiem i dotycząca zarządzania zmianą.

W przypadku przewoźników kolejowych prowadzących przewozy towarów niebezpiecznych, którzy posiadają własne zaplecze techniczne zlokalizowane przy infrastrukturze bocznicowej i którzy zarządzają tą infrastrukturą, możliwe do zidentyfikowania są następujące, specyficzne dla przewoźników kolejowych zagrożenia gromadzone w Rejestrze Zagrożeń:

Tabela 8. Najważniejsze zagrożenia identyfikowane przez przewoźników w rejestrze zagrożeń

Personel
<ul style="list-style-type: none"> – Brak wymaganych uprawnień, – Brak badań technicznych, – Zły stan psychofizyczny;
Utrzymanie taboru kolejowego
<ul style="list-style-type: none"> – Utrzymanie taboru niezgodne z DSU,

<ul style="list-style-type: none"> – Niewłaściwe wykonanie czynności w procesach utrzymaniowych na poziomie P1-P5, – Użycie nieodpowiednich części zamiennych, – Brak odpowiednich urządzeń służących utrzymaniu taboru, – Przegrzanie maźnicy zestawu kołowego, – Pęknięcie resora;
Komunikacja
<ul style="list-style-type: none"> – Nieskuteczna komunikacja wewnętrzna pomiędzy komórkami organizacyjnymi przewoźnika, – Brak komunikacji z kontrahentami;
Ruch kolejowy na bocznicach zakładowej
<ul style="list-style-type: none"> – Wypadki na przejazdach niestrzeżonych, – Niewłaściwie oznakowane przejazdy kolejowo – drogowe i przejścia, – Błędy w wykonywaniu pracy manewrowej;
Przepisy BHP i PPOŻ
<ul style="list-style-type: none"> – Brak szkoleń i personelu w zakresie BHP i PPOŻ, – Niestosowanie regulaminów i zasad wewnętrznych;
Współpraca z dostawcami
<ul style="list-style-type: none"> – Źle wykonana naprawa pojazdu kolejowego, – Nieprawidłowy dobór materiałów i podzespołów dostarczonych lub użytych przez dostawców, – Brak wymaganych dokumentów dostarczanych przez dostawców;
Działalność osób postronnych

- Kradzieże części taboru przez osoby postronne,
- Kradzieże elementów infrastruktury przez osoby postronne,
- Zamachy terrorystyczne ukierunkowane na tabor lub drużynę trakcyjną;

Przewóz towarów niebezpiecznych

- Brak lub niewłaściwe oznakowanie wagonów,
- Brak szkoleń personelu w zakresie przewozu towarów niebezpiecznych,
- Brak doradców ds. przewozów towarów niebezpiecznych.

Źródło: opracowanie własne

Przedstawione powyżej typowe i przykładowe zagrożenia identyfikowane przez przewoźnika kolejowego, wykorzystywane są do przeprowadzenia oceny ryzyka zgodnie z odpowiednią procedurą przewoźnika kolejowego. Co do zasady, w toku takiego działania, przewidziane jest dokonanie analizy przyczyn źródłowych, uwzględnienie wyników i wniosków w programach szkoleniowych skierowanych do personelu oraz udostępnienie wyników wszystkim zaangażowanym w proces pracownikom oraz wszystkim zainteresowanym stronom trzecim (np. w przypadku zagrożeń wpływających na organizacje zewnętrzne). Personel, którego bezpośrednio lub pośrednio dotyczą zagrożenia ujęte w rejestrze zagrożeń jest zobowiązany do uczestniczenia w procesie opracowania środków zapobiegawczych.

Ocena ryzyka przeprowadzana jest przez przewoźników kolejowych również w przypadku wprowadzania zmian w systemie kolejowym, o ile są to zmiany znaczące w rozumieniu art. 4 CSM RA i nie odbiega ona od ogólnych zasad opisanych w poprzednim rozdziale.

Przewoźnicy kolejowi realizują znaczące inwestycje służące wdrożeniu zasad interoperacyjności. Liczne modernizacje lokomotyw, wagonów pasażerskich i towarowych, zakupy elektrycznych zespołów trakcyjnych i szynobusów odbywają się z zachowaniem zgodności z Technicznymi Specyfikacjami Interoperacyjności. Tym samym związane są z wdrażaniem w Polsce interoperacyjności systemu kolei w UE. Popularnym przykładem wprowadzanej zmiany przez przewoźnika kolejowego jest wprowadzenie do eksploatacji nowego typu taboru kolejowego. Zmiana ta wymaga ze strony przewoźnika podjęcia następujących działań:

1. Rekrutacji nowych pracowników związanych z utrzymaniem nowego typu pojazdu oraz jego eksploatacją,
2. Dokonania przeglądu dokumentacji MMS/SMS celem dokonania niezbędnych zmian w szczególności dotyczących procesów utrzymania,
3. Opracowania instrukcji technologicznych i stanowiskowych związanych z utrzymaniem,
4. Pozyskania dokumentacji konstrukcyjnej od Producenta/ opracowania DSU na podstawie DTR pojazdu/ pozyskania DSU od producenta,
5. Obsadzenia nowych pracowników na stanowiskach utrzymania i eksploatacji dla nowego typu pojazdu,
6. Przeprowadzenia audytów i objęcie bieżącym nadzorem kierownictwa,
7. Skierowania przyjmowanych pracowników na wymagane badania lekarskie,
8. Dokonania autoryzacji pracowników zatrudnianych na stanowiskach bezpośrednio związanych z utrzymaniem oraz z prowadzeniem nowego typu pojazdów kolejowych,
9. Dowodnego zapoznania wszystkich pracowników ze zmianami wprowadzonymi do dokumentacji MMS/SMS w związku z wprowadzoną zmianą (w zakresie adekwatnym dla danego stanowiska),
10. Dowodnego zapoznania pracowników związanych bezpośrednio z utrzymaniem pojazdów z DSU oraz instrukcjami technologicznymi i stanowiskowymi.

Wdrożenie nowego typu pojazdu kolejowego do eksploatacji w swojej organizacji jest zatem zadaniem złożonym, które powinno zostać kompleksowo zaplanowywane i zarządzane z wykorzystaniem oceny znaczenia zmiany i oceny ryzyka w przypadku zidentyfikowania danej zmiany jako zmiany znaczącej. Jak pokazują doświadczenia, ocena ryzyka przeprowadzana jest natomiast w sposób wyrywkowy i skupia się zazwyczaj jedynie na aspektach technicznych abstrahując od konieczności dostosowania np. procesów utrzymaniowych lub związanych z kompetencjami personelu do nowych rozwiązań zastosowanych w organizacji. W 2017 r. wszyscy przewoźnicy kolejowi przeprowadzili 40 ocen znaczenia zmiany związanej z wprowadzeniem nowego typu pojazdu kolejowego w swoich organizacjach, przy czym zdecydowana większość tych zmian została uznana za nieznaczącą i nie doszło do ustrukturyzowanego zaplanowania i realizacji ww. działań przewidzianych w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 402/2013.

Spośród wprowadzanych zmian przez przewoźników kolejowych wymienić można również:

1. Zmiany określane przez przewoźników jako „modyfikacje DSU” w sytuacji, gdy rzeczywistą zmianą wprowadzaną przez przewoźnika jest modyfikacja cyklu przeglądowo – naprawczego pojazdu kolejowego (164 modyfikacje przeprowadzone i ocenione w 2017 r.) [107],
2. Zmiany w instrukcjach wewnętrznych,
3. Modernizacje pojazdów kolejowych,
4. Zmiany organizacyjne w strukturze przewoźnika kolejowego dotyczące personelu związanego z bezpieczeństwem eksploatacji pojazdów kolejowych.

4.4. Zarządcy infrastruktury

Zarządcy infrastruktury kolejowej wyłonili się ze struktury kolei państwowych w wyniku wchodzenia w życie kolejnych pakietów kolejowych ustanawiających zasady tzw. unbundlingu tj. rozdzielania zintegrowanych przedsiębiorstw skupiających w swoich rękach, z jednej strony zasoby infrastruktury kolejowej a z drugiej strony środki transportu służący do realizacji procesu transportowego. W warunkach polskich decydujące znaczenie dla wyodrębnienia się zarządców infrastruktury w rozumieniu prawa Unii Europejskiej była ustawa z dnia 8 września 2000 r. o komercjalizacji i restrukturyzacji przedsiębiorstwa państwowego "Polskie Koleje Państwowe".

Na mocy ww. ustawy z 2000 r. wyodrębniono z przedsiębiorstwa Polskich Kolei Państwowych S.A. spółkę dedykowaną do zarządzania liniami kolejowymi tj. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. [109]. W tym samym czasie powstały również PKP Energetyka S.A., Telekomunikacja Kolejowa sp. z o.o., które również otrzymały zadania zarządzania elementami infrastruktury kolejowej oraz PKP Linia Hutnicza Szerokotorowa sp. z o.o. dedykowana do zarządzania i prowadzenia przewozów na linii nr 65. PKP S.A. w swoim władaniu pozostawiła natomiast m.in. budynki dworców kolejowych.

PKP PLK stała się zarządcą linii kolejowych oraz pozostałej infrastruktury kolejowej, z wyłączeniem budynków i budowli przeznaczonych do obsługi przewozu osób i rzeczy wraz z zajętych pod nie gruntami. Infrastruktura bocznicowa, na mocy ww. ustawy pozostawała we władaniu i w zarządzie zakładów przemysłowych przy których była zlokalizowana.

Zarządcy infrastruktury są bardzo złożonymi przedsiębiorstwami zatrudniającymi wiele tysięcy pracowników. Niemiecki zarządca sieci kolejowej tj. DB Netz AG zatrudnia około 46 tysięcy osób [31]. Czeski narodowy zarządca infrastruktury, zarządzający liniami o długości 9,5 tys. km, zatrudnia nieco ponad 17 tysięcy pracowników [91]. PKP PLK zatrudniają

natomiast około 38 tysięcy osób. Zarządzanie tak znaczną grupą pracowników wymaga ustanowienia w organizacji precyzyjnych zasad spisanych w formie procedur, instrukcji oraz dokumentów niższego rzędu, które łącznie składają się na System Zarządzania Bezpieczeństwem.

Do głównych zadań zarządcy infrastruktury kolejowej należą:

- 1) zarządzanie infrastrukturą kolejową polegające na:
 - a) nadawaniu drodze kolejowej statusu linii kolejowej przez określenie:
 - i) elementów infrastruktury kolejowej wchodzących w jej skład,
 - ii) jej punktu początkowego i końcowego,
 - iii) stacji kolejowych wchodzących w jej skład,
 - iv) odcinków, na jakie jest podzielona,
 - v) jej numeru,
 - b) nadawaniu drodze kolejowej statusu bocznicy kolejowej przez określenie jej punktu początkowego i końcowego,
 - c) znoszeniu statusu linii kolejowej i bocznicy kolejowej,
 - d) określaniu elementów infrastruktury kolejowej, które stanowią infrastrukturę prywatną lub nieczynną,
 - e) wykonywaniu funkcji podstawowych,
- 2) eksploatacja infrastruktury kolejowej polegająca na:
 - a) udostępnianiu infrastruktury kolejowej, świadczeniu usług z tym związanych i pobieraniu z tego tytułu opłat,
 - b) prowadzeniu ruchu kolejowego;
- 3) utrzymanie infrastruktury kolejowej przez prowadzenie prac mających na celu utrzymanie stanu i zdolności istniejącej infrastruktury kolejowej do bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego, w tym nadzór nad funkcjonowaniem urządzeń sterowania ruchem kolejowym i przytorowych urządzeń kontroli bezpiecznej jazdy pociągów;
- 4) zarządzanie nieruchomościami będącymi elementem infrastruktury kolejowej;
- 5) udział w rozwoju infrastruktury kolejowej;
- 6) przeprowadzanie odnowień infrastruktury kolejowej [108].

W przypadku zarządcy infrastruktury, który posiada w swoich zasobach linie kolejowe oraz bocznice kolejowe, wyodrębnić można następujące grupy realizowanych procesów:

Tabela 9. Procesy realizowane przez zarządców infrastruktury kolejowej

Procesy	
Proces główny – zarządzanie infrastrukturą	Udostępnianie linii kolejowych
	Zarządzanie utrzymaniem infrastruktury kolejowej
	Prowadzenie ruchu kolejowego
	Projektowanie i rozwój infrastruktury kolejowej
Proces krytyczny	Zarządzanie ryzykiem, w tym ocena ryzyka
Procesy pomocnicze	Zarządzanie kompetencjami personelu
	Opracowywanie planów awaryjnych na wypadek zagrożenia lub zdarzenia
	Zarządzanie programami poprawy bezpieczeństwa
Procesy wspomagające	Współpraca z innymi podmiotami (przewoźnicy, producenci, dostawcy usług utrzymania, ECM, użytkownicy bocznic kolejowych)
	Zarządzanie interfejsami pomiędzy pojazdami a infrastrukturą
	Ocena dostawców
	Postępowanie po zdarzeniu kolejowym

Procesy koordynujący	Audyty bezpieczeństwa i Kontrole
	Monitorowanie bezpieczeństwa (strategia, plany monitorowania oraz ocena ich skuteczności i efektywności)
	Działania korygujące, zapobiegawcze i nadzór nad niezgodnościami
	Nadzór nad dokumentami i zapisami
	Przeгляд zarządzania
	Opracowanie, nadzorowanie i zarządzanie programem poprawy bezpieczeństwa

Źródło: opracowanie własne

Mając na uwadze, że przywołane powyżej rozporządzenie 2018/762 określa kryteria dla Systemów Zarządzania Bezpieczeństwem zarówno przewoźników kolejowych jak i zarządców infrastruktury, które co do zasady są tożsame i zostały wymienione w poprzednim rozdziale, w tym miejscu skupić należy się na tych elementach systemów zarządzania bezpieczeństwem zarządców infrastruktury, które odróżniają je od systemów zarządzania bezpieczeństwem przewoźników kolejowych.

Rozporządzenie 2018/762 podkreśla, że zarządcy infrastruktury w celu kontrolowania ryzyk, zobowiązani są co najmniej do:

1. określenia zasad bezpiecznego transportu na potrzeby planowania ruchu i sterowania ruchem w oparciu o cechy konstrukcyjne infrastruktury,
2. planowania ruchu pociągów, w tym układania rozkładu jazdy i alokacji tras pociągów,
3. zarządzania ruchem w czasie rzeczywistym w trybie normalnym i w trybach awaryjnych przy zastosowaniu ograniczeń użytkowania oraz zarządzania zakłóceniami w ruchu,
4. określania warunków dla transportu ładunków nadzwyczajnych.

W przypadkach istotnych dla bezpieczeństwa prowadzenia ruchu kolejowego zarządca infrastruktury musi ponadto określić podział zadań w obszarze planowania i eksploatacji sieci kolejowej, jak również określić sposób podziału zadań w obszarze planowania i eksploatacji

sieci kolejowej, jak również określić sposób podziału odpowiednich zadań mających wpływ na bezpieczne świadczenie wszystkich usług między kompetentnych pracowników w obrębie organizacji [76]

Podkreślenia wymaga, że w chwili obecnej na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP PLK realizowany jest, stale aktualizowany i monitorowany, Krajowy Program Kolejowy wprowadzony uchwałą Rady Ministrów z dnia 15 września 2015 r. w sprawie ustanowienia Krajowego Programu Kolejowego do 2023 roku [54][72], w ramach którego jednoczesnej modernizacji podlega kilkaset podsystemów strukturalnych – Infrastruktura, Energia i Sterowanie – urządzenia przytorowe zlokalizowanych w różnorodnych lokalizacjach w kraju. Tak wysoki poziom wprowadzanych zmian w systemie kolei generuje znaczny wzrost poziomu ryzyka na sieci kolejowej. Jak wynika z analizy przeprowadzonej przez Urząd Transportu Kolejowego, w samym tylko 2017 roku PKP PLK przeprowadziło 503 oceny znaczenia zmian [107] mających wpływ na bezpieczeństwo systemu kolei. Stanowiło to niemalże połowę wszystkich przeprowadzonych ocen znaczenia zmiany w 2017 r. Wszystkie one były związane z procesem wdrażania interoperacyjności na polskiej sieci kolejowej. Pomimo braku precyzyjnych statystyk w poprzednich latach należy przyjąć, że liczba ta corocznie utrzymuje się na porównywalnym poziomie. Wśród 503 ocen znaczenia zmiany, które mają wpływ na bezpieczeństwo tylko w przypadku 9, PKP PLK zidentyfikowała zmiany jako zmiany znaczące, które wymagają procesu zarządzania ryzykiem [107][82]. Oznacza to, że jedynie 1,7 % zmian ocenianych w PKP PLK zostało zidentyfikowanych jako znaczące w rozumieniu art. 4 Rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013. Ponownego przywołania wymaga informacja, że stanowi to dwukrotnie mniejszą wartość niż średnia dla całego sektora kolejowego, która w 2017 r. wyniosła 3,5%.

Jednym z reprezentatywnych zmian wprowadzanych przez PKP PLK na polskiej sieci kolejowej jest zaprojektowanie i zabudowa przytorowego systemu ERTMS/ETCS dla określonych odcinków linii kolejowych nadzorowanych przez Lokalne Centra Sterowania – objętych w ramach wprowadzanej zmiany – obszarem pełnego nadzoru systemem ERTMS/ETCS. Zmiana ta jest w istocie modernizacją podsystemu Sterowanie – urządzenia przytorowe, która ma bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo systemu kolejowego.

W przypadku uznania takiej zmiany w systemie kolei jako zmiany znaczącej, kolejnym krokiem jaki poczynić powinien autoryzowany zarządca infrastruktury jest przeprowadzenie analizy ryzyka, na którą składają się identyfikacja zagrożeń, szacowanie ryzyka oraz wycena

ryzyka. W toku analizy ryzyka związanego z tego typu zmianą w podsystemie Sterowanie – urządzenia przytorowe, zarządca infrastruktury może zidentyfikować następujące zagrożenia:

1. niedostateczne przeszkolenie pracowników w zakresie obsługi systemu,
2. błędy w oprogramowaniu systemu (na poziomie aplikacji zależnościowych dla poszczególnych posterunków lub na poziomie oprogramowania systemu RBC, koderów LEU, balis),
3. niezgodna z projektem zabudowa urządzeń sterowania ruchem kolejowym (błąd ludzki),
4. uszkodzenia balis, koderów LEU oraz okablowania,
5. błędy w oprogramowaniu systemu ERTMS/ETCS poziom 2/GSM-R, nieujawnione w czasie testów wewnętrznych, testów funkcjonalno- integracyjnych i sprawdzeń komisyjnych,
6. nieprawidłowe zadziałanie urządzeń srk, spowodowane prowadzonymi pracami budowlanymi,
7. niestosowanie się wykonawcy robót do postanowień regulaminu tymczasowego prowadzenia ruchu pociągów oraz przepisów wewnętrznych zarządcy infrastruktury kolejowej, skutkujące zagrożeniem bezpieczeństwa systemu kolejowego.

Po etapie analizy ryzyka następuje przyporządkowanie odpowiednich środków bezpieczeństwa (inaczej środków kontroli ryzyka) do zidentyfikowanych zagrożeń. Możliwymi do zastosowania środkami kontroli ryzyka, które zarządca infrastruktury przeprowadzający modernizację podsystemu Sterowanie – urządzenia przytorowe mógłby zastosować są:

1. Szkolenia dyżurnych ruchu/obsługi na symulatorach prowadzenia ruchu kolejowego,
2. Ponowna autoryzacja pracowników,
3. Szkolenie pracowników w zakresie serwisowania i utrzymania zabudowanych urządzeń ETCS,
4. Przeprowadzenie szkolenia ze znajomości i obsługi zabudowanych urządzeń ETCS,
5. Aktywny udział pracowników zarządcy infrastruktury w testach fabrycznych, technicznych, funkcjonalno-integracyjnych zabudowanych urządzeń ETCS,
6. Przekazanie zabudowanych urządzeń ETCS do eksploatacji nadzorowanej,
7. Przeprowadzenie dodatkowej oceny znaczenia zmiany na etapie eksploatacji nadzorowanej.

PKP PLK dokonała w 2017 r. 336 ocen znaczenia zmiany dotyczących przejazdów kolejowo drogowych. Związane one były bądź z likwidacją lub z podwyższeniem kategorii przejazdu kolejowo drogowego (przy założeniu, że to kategoria B stanowi kategorię najwyższą). PKP PLK przeprowadziła (za pomocą swoich podwykonawców) 145 ocen znaczenia zmiany dotyczących prac budowlanych na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP PLK.

W obu powyższych kategoriach zmian (związanych z przejazdami kolejowo drogowymi i pracami podwykonawców) należy założyć, że sporządzane oceny znaczenia zmiany przez podwykonawców (tj. generalnych wykonawców modernizacji linii kolejowych) ograniczają się do weryfikacji jedynie aspektów technicznych i zagrożeń związanych z techniczną stroną zapewnienia bezpieczeństwa. Pomijane są natomiast aspekty eksploatacyjne i związane z czynnikiem ludzkim, które to aspekty nie mogą być należycie ocenione przez generalnego wykonawcę modernizacji linii kolejowych, którego podstawowym zakresem działalności są roboty budowlane a nie prowadzenie ruchu kolejowego.

Mając na uwadze wyniki ankiety przeprowadzonej przez Urząd Transportu Kolejowego w 2017 i w 2019 r. dotyczącej sposobu zarządzania ryzykiem związanym ze zmianą, podkreślenia wymaga że z przekazanych przez podmioty danych wynika, że najczęściej analizowane były zmiany, które wiązały się z prowadzonymi inwestycjami w infrastrukturę kolejową (52,63%) [102].

Jak wskazał Urząd Transportu Kolejowego, pośród zmian wprowadzanych w obrębie inwestycji na liniach kolejowych szczególnie istotny jest sposób zarządzania bezpieczeństwem zmian najbardziej doniosłych, tj. dotyczących modernizacji podsystemów strukturalnych – infrastruktura, energia i sterowanie – urządzenia przytorowe. W 2019 r. do Urzędu Transportu Kolejowego wpłynęło 11 wniosków od PKP PLK o wydanie zezwolenia dla podsystemu po modernizacji i jedynie w trzech przypadkach ocenione zostały jako znaczące. Oznacza to, że nawet tak skomplikowane prace inwestycyjne jak modernizacje podsystemów strukturalnych były co do zasady ocenione jako zmiany nieznaczące i nie został w stosunku do nich przeprowadzony proces pełnej oceny ryzyka zgodnie z CSM RA ani sporządzony raport w sprawie bezpieczeństwa przez jednostkę AsBo. Do szczególnie wątpliwych kwalifikacji zmian w systemie kolei, które nie zostały zakwalifikowane jako zmiany znaczące, w ocenie Krajowej Władzy Bezpieczeństwa zaliczyć należy kompleksową wymianę urządzeń SRK (zabudowę blokady liniowej, urządzeń zabezpieczenia przejazdów kolejowych, urządzeń kontroli niezajętości toru, budowy LCS) na wielokilometrowych odcinkach linii w ramach takich inwestycji jak:

- „Modernizacja linii kolejowej E 75 Rail Baltica Warszawa — Białystok — granica z Litwą etap I. Odcinek Warszawa Rembertów — Zielonka — Tuszcz (Sadowne)”,
- „Modernizacja linii kolejowa nr 219, odcinek Olsztyn Główny – Szczytno w km -0,280 - 46,627, linia kolejowa nr 35, odcinek Szymany - Szczytno w km 81,000 - 92,949, linia kolejowa nr 747 odcinek Szymany - Lotnisko w km 0,000 - 1,569”.

4.5. Podmioty odpowiedzialne za utrzymanie - ECM

Podmiot odpowiedzialny za utrzymanie (ECM), w rozumieniu ustawy o transporcie kolejowym to podmiot obowiązany do zagwarantowania należytego utrzymania pojazdu kolejowego, wpisany do krajowego rejestru pojazdów kolejowych (NVR). Podmiotem odpowiedzialnym za utrzymanie może być np. przewoźnik kolejowy, zarządca infrastruktury lub dysponent pojazdów kolejowych (tzw. pool taborowy działający w formule Rolling Stock Company - ROSCO). Instytucja podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie pojazdów kolejowych została powołana na mocy Dyrektywy 49 [21] i rozszerzona w zakresie działalności ECM w Dyrektywie 798 [19].

W chwili obecnej podmioty odpowiedzialne za utrzymanie można podzielić na dwie kategorie:

1. Podmioty odpowiedzialne za utrzymanie wagonów towarowych, które od dłuższego czasu podlegają certyfikacji swoich Systemów Zarządzania Utrzymaniem,
2. Podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pozostałych kategorii pojazdów kolejowych tj. pojazdów trakcyjnych i wagonów pasażerskich, które objęte są przepisami przejściowymi wymagającymi certyfikacji Systemów Zarządzania Utrzymaniem do 16 czerwca 2022 r. Podmioty te w chwili obecnej znajdują się w toku wdrażania Systemów Zarządzania Utrzymaniem i uzyskiwania certyfikatów ECM.

Odnosząc się do pierwszej kategorii tj. podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie wagonów towarowych, warto podkreślić, że pierwotną przyczyną wprowadzenia w legislacji unijnej obowiązku uzyskania certyfikacji systemów zarządzania utrzymaniem był poważny wypadek kolejowy zaistniały 29 czerwca 2009 r. we włoskiej miejscowości Viareggio w skutek którego śmierć poniosły 32 osoby a 27 osób pozostało rannych [30]. Po Katastrofie w Viareggio w celu uniknięcia podobnych wypadków w przyszłości, The Joint Sector Group tzn. Wspólna Grupa Sektorowa Europejskiej Agencji Kolejowej ds. utrzymania wagonów i osi zestawów kołowych, do której należały takie organizacje jak:

- CER (Wspólnota Kolei Europejskich oraz Zarządców Infrastruktury Kolejowej, ang. Community of European Railway and Infrastructure Companies),
- ERFA (Europejskie Stowarzyszenie Kolejowego Transportu Towarowego, ang. The European Rail Freight Association),
- UIP (Międzynarodowa Unia Właścicieli Wagonów, International Union of Private Wagons),
- UNIFE (Stowarzyszenie Europejskich Dostawców Zaopatrzenia w Kolej, fr. Union des Industries Ferroviaires Européennes),

przygotowały podwaliny pod system certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie wagonów towarowych. Pierwotnym aktem prawnym regulującym zasady certyfikacji systemów zarządzania utrzymaniem było Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 445/2011 z dnia 10 maja 2011 r. w sprawie systemu certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie w zakresie obejmującym wagony towarowe [78]. Obecnie systemy zarządzania utrzymaniem spełniać muszą kryteria określone w Rozporządzeniu nr 2019/779 ustanawiającym szczegółowe przepisy dotyczące systemu certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie pojazdów zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 oraz uchylające rozporządzenie Komisji (UE) nr 445/2011 [81].

Drugą kategorią podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie są natomiast podmioty, które są wpisane jako ECM do Krajowego Rejestru Pojazdów w odniesieniu do pojazdów trakcyjnych w tym lokomotyw, elektrycznych i spalinowych zespołów trakcyjnych oraz wagonów pasażerskich jak również większości pojazdów specjalnych.

Podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pojazdów kolejowych ustanawiają swój system utrzymania i tym samym są zdolne spełnić wymagania określone w Rozporządzeniu (UE) 2019/779 w celu zapewnienia, aby każdy pojazd kolejowy, za którego jest on odpowiedzialny był w stanie poruszać się w bezpieczny sposób. Systemy zarządzania utrzymaniem obejmują poniższe funkcje:

1. Funkcję zarządzania, aby nadzorować i koordynować funkcje utrzymania, wymienione w pkt 2, 3, 4 oraz w celu zapewnienia bezpieczeństwa pojazdu w systemie kolei,

2. Funkcję rozwoju utrzymania, by zarządzać dokumentacją utrzymania, w tym zarządzać konfiguracją, w oparciu o dane projektowe i operacyjne oraz w oparciu o wyniki i korzyści z doświadczenia,
3. Funkcję zarządzania utrzymaniem taboru, by zarządzać wycofaniem pojazdu do celów utrzymania i jego przywróceniem do eksploatacji po zakończeniu utrzymania,
4. Funkcję przeprowadzania utrzymania, by przeprowadzać wymagane utrzymanie techniczne pojazdu lub jego części włącznie z dokumentacją dotyczącą dopuszczenia do eksploatacji [81].

W przypadku podmiotu odpowiedzialnego za utrzymanie pojazdów kolejowych realizującego wszystkie cztery funkcje wymienione w Rozporządzeniu 2019/779 i posiadającego wdrożony System Zarządzania Utrzymaniem wyróżnić można następujące procesy.

Tabela 10 Procesy realizowane przez podmioty odpowiedzialne za utrzymanie (ECM)

Procesy	
Proces główny – zarządzanie funkcjami utrzymania taboru	Rozwój Utrzymania
	Zarządzanie utrzymaniem
	Przeprowadzanie utrzymania
Proces krytyczny	Zarządzanie ryzykiem, w tym ocena ryzyka
Procesy wspomagające	Zarządzanie kompetencjami personelu
	Audyty
	Monitorowanie
	Zarządzanie zmianami
Procesy koordynujące	Przegląd zarządzania
	Nadzór nad niezgodnościami i nieprawidłowościami

	Nadzór nad dokumentacją MMS
	Ocena dostawców

Źródło: opracowanie własne

Prawidłowe wykonywanie zadań podmiotu odpowiedzialnego za utrzymanie stanowi bardzo istotny element bezpieczeństwa systemu kolejowego w Unii Europejskiej.

Urząd Transportu Kolejowego w swoich sprawozdaniach ze stanu bezpieczeństwa w transporcie kolejowym podkreśla bardzo istotne znaczenie należytego wykonywania funkcji ECM [104]. Zaistniałe w 2019 r. zdarzenia związane z uszkodzeniami osi zestawów kołowych wzbudziły zaniepokojenie Krajowej Władzy Bezpieczeństwa. W 2019 r. zarejestrowany został wyraźny wzrost liczby zdarzeń związanych z uszkodzeniem osi zestawu kołowego (z 0 przypadków w 2018 r. do 12 w 2019 r.). Spośród 12 zdarzeń związanych z uszkodzeniem osi zestawów kołowych, pięć spośród nich zakwalifikowano jako wypadek i było związanych ze złamaniem osi lub jej czopa w trakcie jazdy pociągu, skutkując wykojeeniem i znacznymi stratami. Sprawozdania dotyczące bezpieczeństwa w transporcie kolejowym wskazują [104], że dobrą praktyką i standardem w działalności ECM powinno być zlecenie badań własności mechanicznych, metalograficznych i składu chemicznego dla ustalenia przyczyn złamania osi. Ustalenie przyczyn powstania złamania osi stanowić powinno bowiem element zarządzania bezpieczeństwem realizowanego przez ECM oraz stanowić powinno przedmiot przeprowadzenia oceny ryzyka w tym zakresie. Informacje pozyskane w ten sposób powinny następnie być wykorzystane do identyfikacji osi o podobnych cechach potencjalnie narażonych na uszkodzenie i do wdrożenia stosownych środków kontroli ryzyka.

Poza problemem powstałym w 2019 r. dotyczącym osi zestawów kołowych, do głównych nieprawidłowości pojawiających się w obszarze ECM należą nieprawidłowości w obszarze oceny ryzyka polegające na:

- nieidentyfikowania zagrożeń;
- nieprzeprowadzania oceny ryzyka dla zidentyfikowanych zagrożeń;
- nieprawidłowe oszacowanie ryzyka;
- brak wykorzystania wyników analiz ryzyka w działalności operacyjnej;
- nieprawidłowym wdrożeniu i monitorowanie środków kontroli ryzyka.

Natomiast w obszarze Monitorowania, Prezes Urzędu Transportu Kolejowego identyfikuje przede wszystkim:

- brak monitorowania wskaźników wynikających z procesów MMS;
- prowadzenie procesu monitorowania niezgodnie z przyjętymi do stosowania procedurami MMS [104].

4.6. Producenci

Producenci wyrobów kolejowych stanowią czwartą zasadniczą grupę podmiotów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo systemu kolejowego. W ustawie o transporcie kolejowym producenci są wymienieni, obok podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie, jako przedsiębiorcy zobowiązani do zapewnienia aby pojazdy kolejowe, zespoły, podzespoły i części stosowane w systemie kolei były zgodne z warunkami technicznymi i mogły być bezpiecznie eksploatowane przez przewoźników kolejowych i zarządców infrastruktury [108].

W systemie kolei wyróżnić można następujące kategorie producentów mając na uwadze kategorie wyrobów, jakie wytwarzają i towarzyszące otoczenie regulacyjne:

1. producenci pojazdów kolejowych;
2. producenci składników interoperacyjności będących komponentami pojazdów kolejowych (w obszarze podsystemu Tabor i podsystemu Sterowanie – urządzenia pokładowe);
3. producenci pozostałych kategorii wyrobów, które wykorzystywane są w procesie budowy i utrzymania pojazdu kolejowego;
4. producenci składników interoperacyjności stanowiących elementy linii kolejowej (w podsystemie Infrastruktura, Energia, Sterowanie – urządzenia przytorowe);
5. producenci pozostałych wyrobów, które wykorzystywane są w procesie budowy i utrzymania linii kolejowych i innych dróg kolejowych.

Pośrednio za producentów wyrobów można również uznać przedsiębiorców wykonujących modernizację linii kolejowych, którzy modernizując dany podsystem strukturalny stają się *de facto* jego producentem i wystawiają dla takiego podsystemu deklarację weryfikacji WE podsystemu strukturalnego stwierdzając tym samym, na wyłączną odpowiedzialność tego podmiotu, że podsystem, który został poddany procedurze weryfikacji WE podsystemu, jest zgodny z zasadniczymi wymaganiami dotyczącymi interoperacyjności systemu kolei i spełnia

wymagania zawarte w odpowiednich przepisach Unii Europejskiej oraz przepisach krajowych [108].

W świetle CSM RA, wnioskodawcą (podmiotem zobowiązanym do zastosowania Wspólnej Metody Oceny Bezpieczeństwa w zakresie Wyceny i Oceny Ryzyka) jest m.in. producent, który zleca jednostce notyfikowanej lub jednostce wyznaczonej przeprowadzenie weryfikacji WE. Tym samym przepisy prawa Unii Europejskiej nakładają na producentów wyrobów zharmonizowanych (podlegających Dyrektywie w sprawie interoperacyjności tj. pojazdów kolejowych, podsystemów strukturalnych i składników interoperacyjności) obowiązek stosowania Rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013 przy wprowadzaniu wszelkich zmian systemu kolejowego [113].

Również producenci wyrobów niezharmonizowanych tj. typów urządzeń budowli i pojazdów kolejowych dopuszczanych w tzw. trybie świadectwowym (tj. stosowanych w metrze, na bocznicach czy w kolejach wąskotorowych) zobowiązani są, w określonych sytuacjach, do przeprowadzania oceny znaczenia zmiany i oceny ryzyka w odniesieniu do modyfikacji swoich wyrobów. Podstawę do takiego działania i jednocześnie źródło obowiązku stanowi Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych tj. tzw. Rozporządzenie 720 [80]. Paragraf 21 tego aktu prawnego przewiduje, że dla dopuszczonych do eksploatacji urządzeń i budowli, w których dokonano zmian mających wpływ na bezpieczeństwo systemu kolei (w szczególności polegających na zastosowaniu nowego typu podzespołów lub wprowadzeniu zmian w oprogramowaniu) wymagane jest przeprowadzenie pełnego procesu oceny zgodności i uzyskanie nowego dopuszczenia do eksploatacji typu dla pierwszego egzemplarza, *„jeżeli konieczność uzyskania tych dokumentów została stwierdzona w ramach procesu oceny ryzyka przeprowadzonego zgodnie z przepisami Komisji Europejskiej dotyczącymi wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka”*, z wyjątkiem urządzeń i budowli eksploatowanych:

1. na bocznicach kolejowych;
2. na infrastrukturze kolejowej obejmującej linie kolejowe o szerokości torów mniejszej niż 1435 mm;
3. w metrze;
4. na sieciach kolejowych funkcjonalnie wyodrębnionych z systemu kolei.

Dobłą praktyką jest jednak stosowanie zasad przewidzianych w CSM RA również w stosunku do powyższej kategorii wyrobów kolejowych.

W konsekwencji, pomimo braku wdrożonych Systemów Zarządzania Bezpieczeństwem i Systemów Zarządzania Utrzymaniem (ze względu na brak takiego obowiązku), producenci wyrobów stosowanych w kolejnictwie zobowiązani są do stosowania zasad określonych we Wspólnej Metodzie Bezpieczeństwa w odniesieniu do wyceny i oceny ryzyka, w tym do oceny znaczenia zmiany i oceny ryzyka w przypadku zmian znaczących wprowadzanych w modernizowanych przez siebie wyrobach.

Od prawidłowego sposobu zarządzania ryzykiem przez producentów wyrobów kolejowych (w tym pojazdów kolejowych) zależy zatem bezpieczeństwo wyrobu po wprowadzonej zmianie.

Jak zostało wspomniane w poprzedzających rozdziałach, w przypadku producentów taboru kolejowego, dedykowanym standardem wspomagającym proces zarządzania ryzykiem jest IRIS, który obejmuje swoim zasięgiem zarówno producentów, podmioty projektujące podzespoły, zakłady napraw i utrzymania taboru kolejowego [88].

Najistotniejszymi elementami standardu IRIS, które mają zasadniczy wpływ na zapewnienie bezpieczeństwa systemie kolei są:

1. procedura RAMS/LCC;
2. kontrola pierwszej sztuki (FAI – First Article Inspection);
3. walidacja procesów związanych z produkcją i realizacją usług;
4. zarządzanie ryzykiem i możliwościami.

Wśród wymienionych procedur, mających bezpośredni wpływ na zapewnienie bezpieczeństwa, charakterystyczną dla producentów wyrobów jest procedura RAMS (od ang. Reliability, Availability, Maintainability, Safety). RAMS stanowi niezwykle istotne narzędzie do zarządzania, badania i analizy elementów, podsystemów i wyrobów pod kątem niezawodności (Reliability), dostępności części zamiennych (Availability), podatności na utrzymanie (Maintainability) oraz bezpieczeństwa (Safety) [88].

Jedną z najczęściej wykorzystywanych przez producentów metod analizy ryzyka jest metoda FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), czyli analiza przyczyn i skutków wad, w rozumieniu również, jako analiza skutków zaistnienia niekorzystnych zdarzeń. Metoda ta została opisana szczegółowo w rozdziale trzecim. Metoda FMEA jest wymieniona jako zalecana dla branży kolejowej zarówno w Międzynarodowym Standardzie Branży Kolejowej IRIS jak i w normie PN-EN 50126-1:2018-02 [66] oraz PN-EN 50129:2019-01 [67].

4.7. Wnioski

Przewoźnicy kolejowi, zarządcy infrastruktury, podmioty odpowiedzialne za utrzymanie oraz producenci realizując procesy oraz projekty w swoich organizacjach wprowadzają liczne zmiany o charakterze technicznym i stosują przy tym zasady interoperacyjności wynikające z TSI. Związane są one przede wszystkim z modernizacjami linii kolejowych i zabudową nowych podsystemów strukturalnych na sieci kolejowej oraz modernizacjami pojazdów kolejowych i wyposażaniem ich w nowoczesne urządzenia jak np. cyfrowe radiotelefony GSM-R. Zmiany o charakterze technicznym (np. zastosowanie nowego komponentu w układzie hamulcowym lokomotywy lub wagonu) mogą powodować konieczność zastosowania dodatkowych środków kontroli ryzyka w obszarze utrzymania takiego pojazdu oraz w sposobie jego eksploatacji. Istotne jest aby podmioty wprowadzające zmiany w systemie kolei, potrafiły kompleksowo ocenić ich wpływ na innych uczestników procesu transportowego, zidentyfikować zagrożenia wycenić ryzyko. W Polsce, najpopularniejszą metodą oceny ryzyka stosowaną przez te podmioty jest metoda FMEA, która umożliwia kompleksową analizę i wycenę ryzyka i zapewnienie bezpieczeństwa. Jak zostało wykazane powyżej, dochodzi do tego jednak tylko w przypadku kilku procent ocenianych zmian tj. zmian znaczących w rozumieniu CSM RA. Istotne jest również, aby podczas przeprowadzania oceny ryzyka uwzględniane były wszystkie aspekty związane z systemem kolei tj. aspekty techniczne, aspekty eksploatacyjne, aspekty organizacyjne, związane z czynnikiem ludzkim oraz zależności wynikające „ze styku na interfejsach”.

5. Model oceny ryzyka w systemie kolei w warunkach polskich

5.1. Przykładowe wypadki kolejowe, opis i analiza zdarzeń

Nieprawidłowo przeprowadzane procesy zarządzania ryzykiem pomijające niektóre aspekty (np. eksploatacyjne lub związane z czynnikiem ludzkim) są jednym z powodów zdarzeń kolejowych rozumianych jako: poważne wypadki, wypadki oraz incydenty w transporcie kolejowym [79]. Do badania najbardziej doniosłych wypadków kolejowych (zazwyczaj poważnych wypadków, lecz w pewnych przypadkach również innych zdarzeń) powołana jest Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych, która po zbadaniu okoliczności i przyczyn zdarzenia sporządza raport przedstawiający m.in. fakty bezpośrednio związane z wypadkiem, opis zapisów, badań i wysłuchań, opis wniosków zapobiegawczych i zaleceń do uczestników procesu przewozowego. Na przestrzeni lat 2014-2021 Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych przeanalizowała kilkadziesiąt wypadków i w swoich raportach przedstawiła przyczyny pierwotne, bezpośrednie, pośrednie oraz systemowe ich zaistnienia. Poniżej przedstawione zostały reprezentatywne zdarzenia kolejowe, do zaistnienia których doszło ze względu na błędy i nieprawidłowości w toku przeprowadzenia oceny ryzyka.

5.1.1. Przypadek 1 – wypadek kategorii B11

Wypadek kategorii B11 z dnia 17 marca 2019 r. na szlaku Taczanów - Pleszew, tor nr 1, w km 107,985 linii kolejowej nr 272 Kluczbork – Poznań Główny.

Przykładem wypadku kolejowego, do którego doszło w wyniku nieprawidłowego procesu zarządzania ryzykiem, w tym przypadku przez podmiot odpowiedzialny za utrzymanie (ECM), był wypadek zaistniały w dniu 17 marca 2019 r. podczas jazdy pociągu towarowego nr TMS 654035, relacji Jerzmanice Zdrój - Bydgoszcz Główna. W wyniku wypadku doszło do wykolejenia ładownego wagonu z kruszywem. Wykolejeniu uległ dwudziesty wagon za lokomotywą. Wykolejone zostały dwa wózki dwuosiove. Przyczyną pierwotną wypadku określono w wyniku złamania pierwszej osi zestawu kołowego pierwszego wózka.

Uszkodzeniu uległ wagon oraz nawierzchnia torowa na długości ok. 6000 m. Zatrzymanie pociągu nastąpiło w stacji Pleszew po zablokowaniu wykolejonego wagonu w rozjeździe nr 1 i rozerwaniu składu pociągu w km 113,740 linii kolejowej nr 272 Kluczbork – Poznań Główny.

Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych jako przyczyny pośrednie wskazała między innymi niesprawdzenie przez rewidenta terminów wykonania napraw okresowych oraz eksploataowanie wagonu pomimo nieprzeprowadzenia w terminie wymaganej naprawy okresowej.

Jako przyczyny systemowe ustalono natomiast:

1. Niewłaściwy nadzór nad utrzymaniem wagonu towarowego przez podmiot odpowiedzialny za utrzymanie ECM.
2. Brak realizacji działań w ramach Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem przez przewoźnika kolejowego po zaistnieniu analogicznego wypadku kategorii B11 z powodu złamanej osi, w szczególności nie dokonanie sprawdzenia stanu technicznego osi w pozostałych wagonach będących w użytkowaniu przewoźnika.

Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych ustaliła również, że w 2015 r. ECM dla wagonów towarowych wprowadził zmianę w procesie przeglądowo naprawczym dla wagonów. Zmiana została poprzedzona oceną znaczenia zmiany nr 10/2015 przeprowadzoną przez zespół specjalistów - zgodnie z wyznaczeniem ECM. Uzasadnieniem przeprowadzenia zmiany było ujednoczenie DSU dla różnych typów węglarek dla których podmiot ten wykonywał funkcje podmiotu odpowiedzialnego za utrzymanie. Zmiana polegała na wydłużeniu cykli wykonywania przeglądów tj. wydłużeniu cyklu utrzymaniowego czteroletniego na sześćioletni (producent wagonów zalecił natomiast cykl czteroletni).

Zdaniem Państwowej Komisji Badania Wypadków Kolejowych zmiana cyklu przeglądowego poziomu P4 z czterech do sześciu lat była zmianą znaczącą i wymagała przeprowadzenia dokładnej analizy znaczenia zmiany a następnie analizy i oceny ryzyka, która jednak nie została przeprowadzona [61]. W raporcie PKBWK/07/2019 podkreślono również, że ocena i wycena ryzyka powinna się odbyć w zgodności z rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) Nr 402/2013 z dnia 30 kwietnia 2013 roku w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka.

5.1.2. Przypadek 2 – wypadek kategorii A18

Poważny wypadek kat. A18 zaistniały w dniu 2 listopada 2017 r. na przejeździe kolejowodrogowym kat. „A” z zawieszoną obsługą, usytuowanym w km 37,119 szlaku Śniardowo - Łapy w torze szlakowym nr 1, linii kolejowej nr 36: Ostrołęka Łapy.

Kolejnym przykładem wypadku kolejowego, do którego doszło w wyniku nieprawidłowości w procesie zarządzania ryzykiem, co zostało zidentyfikowane i wykazane przez PKBWK był poważny wypadek kategorii A18, podczas którego doszło do najechania przez samochód osobowy marki Volkswagen Golf w prawą boczną przednią część pociągu roboczego Rob2 składającego się z wózka motorowego Ds10-02-221 przejeżdżającego przez przejazd kolejowo-drogowy kat. A z zawieszoną obsługą zlokalizowany w torze nr 1, w km 37,119 linii kolejowej nr 36 Ostrołęka Łapy. Za przyczynę pierwotną uznano brak realizacji przez zarządcę infrastruktury tj. PKP PLK postanowień regulaminu tymczasowego prowadzenia ruchu na linii nr 36 i brak zapewnienia w obsadzie pociągu roboczego Rob2 pracownika uprawnionego do kierowania ruchem drogowym na przejazdach kolejowo-drogowych linii nr 36, w tym na przejeździe, na którym doszło do poważnego wypadku.

W samochodzie, w wyniku uderzenia w prawą przednią część wózka motorowego, przód pojazdu został całkowicie zniszczony. W wyniku poważnego wypadku śmierć na miejscu poniosły trzy osoby – pasażerowie samochodu osobowego tj. kierujący i dwoje pasażerów, jedna z pasażerek samochodu została przewieziona w stanie ciężkim do szpitala [59].

Wśród przyczyn pośrednich, PKBWK ustaliła m.in. że kierujący pociągiem roboczym Rob2 nie poinformował bezpośredniego przełożonego o braku uprawnionego pracownika do kierowania ruchem drogowym na przejazdach kolejowo – drogowych.

W kontekście prawidłowości sposobu zarządzania ryzykiem przez zarządcę infrastruktury, szczególną uwagę należy poświęcić na przyczynę systemową zidentyfikowaną przez PKBWK tj. brak realizacji procedur systemu zarządzania bezpieczeństwem – w szczególności nie przeprowadzenie analizy znaczenia zmiany (zgodnie z procedurą SMS PR-03) wynikającej ze wznowienia ruchu kolejowego po zamkniętej linii kolejowej nr 36. W konsekwencji *„nieprzeprowadzenie analizy i wyceny ryzyka oraz nie podjęcie właściwych środków ograniczających ryzyko zaistnienia zdarzenia, w tym nie wystąpienie do zarządcy drogi o wprowadzenie ograniczenia prędkości dla pojazdów drogowych przejeżdżających przez przejazd kolejowo- drogowy w związku z przewidywanym ruchem pojazdów roboczych po linii kolejowej nr 36. Brak nadzoru ze strony Centrum Realizacji Inwestycji (CRI) nad realizacją procedury „Działania korygujące i zapobiegawcze”.*” [59].

Kluczową informacją w przypadku przedmiotowego poważnego wypadku jest to, że Linia kolejowa nr 36 była przez wiele lat nieczynną linią kolejową, po której nie był prowadzony ruch pociągów. Spowodowało to przeświadczenie po stronie kierujących pojazdami drogowymi, że na przejazd kolejowo-drogowy nie stanowi zagrożenia dla zdrowia lub życia

kierujących i pasażerów pojazdów drogowych. Dopiero prace modernizacyjne na Linii 36 miały przywrócić regularny ruch kolejowy na linii. W momencie zaistnienia wypadku, prace modernizacyjne nie zostały jednak zakończone i w związku z tym obowiązywał regulamin tymczasowy prowadzenia ruchu podczas prowadzenia robót.

W toku badania okoliczności wypadku, PKBWK stwierdziła nieprawidłowości w procesie zarządzania ryzykiem po stronie PKP PLK. W pierwszej kolejności należy wskazać, że zespół do spraw przeprowadzenia oceny znaczenia zmiany został wprawdzie powołany lecz do dnia powstania zdarzenia „nie zakończył prac i nie dokonał analizy zmiany” [59]. PKBWK zidentyfikowała również nieprawidłowe określenie zmiany w systemie kolei, która była oceniana. Jak wskazano na stronie 43 Raportu: „za zmianę należało uznać uruchomienie ruchu pojazdów kolejowych po nieczynnej linii kolejowej nr 36, na której istniały przejazdy kolejowo-drogowe, w tym przejazd w km 37,119”. Bez prawidłowego zidentyfikowania zmiany i jej nazwania niemożliwe jest natomiast prawidłowe zaprojektowanie działań ograniczających poziom ryzyka.

Zdaniem zespołu badawczego PKBWK zamiar uruchomienia (wznowienia) ruchu pojazdów kolejowych na linii kolejowej nr 36 „należało uznać jako zmianę znaczącą” w rozumieniu Rozporządzenia Komisji nr 402/2013, „która generuje wysokie ryzyko zaistnienia wypadków na przejazdach leżących na linii kolejowej nr 36” [59]. W konsekwencji, w ocenie PKBWK, należało zaproponować adekwatne środki ograniczające ryzyko na przedmiotowym przejeździe, zgodnie z obowiązującą w PKP PLK procedurą SMS-PD-05 „Działania korygujące i zapobiegawcze”. PKBWK wskazuje, że potrzebne było np. wystąpienie do zarządcy drogi o wprowadzenie ograniczenia prędkości dla pojazdów drogowych zarówno na przejeździe kolejowo-drogowym w km 37,119 jak i na pozostałych przejazdach na tej linii kolejowej.

5.1.3. Przypadek 3 – wypadek kategorii A20

Poważny wypadek kat. A20 zaistniały w dniu 7 kwietnia 2017 r. na przejeździe kolejowo-drogowym kat. C zlokalizowanym na szlaku jednotorowym Ozimek - Chrząstowice, w km 56,977, linii kolejowej nr 144 Tarnowskie Góry Opole.

Kolejnym zdarzeniem kolejowym, które rozpatrywała i analizował PKBWK ze względu na jego doniosłość był poważny wypadek kategorii A 20, do którego doszło 7 kwietnia 2017 w wyniku najechania pociągu nr 6102 (skład PKP ED 250 - Pendolino) relacji: Wrocław Główny – Warszawa Wschodnia na pojazd drogowy złożony z ciągnika siodłowego oraz

naczepy typu laweta niskopodłogowa, na której znajdował się samochód ciężarowy. Poważny wypadek zaistniał w dniu 7 kwietnia 2017 r. o godz. 15:11 na przejeździe kolejowo-drogowym kategorii C. Kluczową okolicznością w tym przypadku był fakt, że w trakcie przekraczania przejazdu kolejowo-drogowego nastąpiło zawieszenie się lawety na przejeździe uniemożliwiające zjechanie pojazdu drogowego z przejazdu [60].

PKBWK wskazało w raporcie Nr PKBWK/2/2018 jako przyczynę systemową powstania poważnego wypadku, „*nieprzeprowadzenie przez zarządcę infrastruktury kolejowej PKP PLK S.A. Zakład Linii Kolejowych w Opolu oceny ryzyka technicznego i operacyjnego oraz działań korygujących i zapobiegawczych wynikających z systemu Zarządzania Bezpieczeństwem i Systemu Zarządzania Utrzymaniem SMS/MMS zarządcy infrastruktury w związku z przebudową przejazdu wynikającą z podniesienia prędkości pociągów do 140km/h, która wymusiła zmianę geometrii toru.*”.

Tytułem wyjaśnienia okoliczności wypadku wspomnieć należy, że zmiana geometrii toru polegała na przesunięciu osi toru i znacznemu zwiększeniu przechyłki - do wartości 70mm. Zakres realizowanych prac na zlecenie PKP PLK nie obejmował jednak (choć mógł obejmować i powinien obejmować) zmiany geometrii drogi dojazdowej. Spowodowało to powstanie nienormatywnego załomu profilu podłużnego drogi o przeciwnych kierunkach pochylenia. Pochylenie to występowało na styku zewnętrznych płyt przejazdowych z nawierzchnią bitumiczną. Załom wynoszący 9,16% powstał przez nachylenie pomostu przejazdu na długości 4 metrów wynoszące 4,88%, a o przeciwnym znaku w kierunku drogi na długości 2,8 metra wynoszące 4,28%. Przepisy prawa budowlanego dotyczące warunków skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi dopuszczają natomiast maksymalnie 5% załom (zgodnie bowiem z §29 ust. 7 ww. rozporządzenia, „*załomy mogą być na pochyleniach jednakowego znaku o różnicy nieprzekraczającej 5%*) [75][60].

PKBWK w raporcie nr PKBWK/2/2018 zakwestionowała ponadto sposób zarządzania ryzykiem przez PKP PLK poprzez zatwierdzenie bez uwag przez zarządcę infrastruktury kolejowej (w trakcie prac tzw. „ZOPI” - Zespołu Oceny Projektów Inwestycyjnych) projektu rewitalizacji linii w zakresie przedmiotowego przejazdu kolejowo-drogowego, pomimo występujących niezgodności w projekcie rewitalizacji przejazdu kolejowo-drogowego z przepisami prawa określającymi parametry załomów dopuszczalnych na przejazdach kolejowo - drogowych.

Jak wskazuje PKBWK, dodatkową przyczyną wypadku było niezgodnienie przez projektanta działającego na rzecz PKP PLK, z zarządcą drogi publicznej, dokumentacji projektowej mimo zmian profilu pomostu przejazdu w stosunku do drogi dojazdowej.

5.2. Założenia

Model jest środkiem, za pomocą którego można oceniać przewidywaną jakość działania, a w wielu przypadkach inne następstwa, związane z przyjęciem i realizacją różnych wariantów analizowanego zjawiska [24]. Jest to jedna z wielu definicji czy określeń terminu model, który dotyczy opisu obiektu czy systemu rzeczywistego i z definicji już informuje nas o istniejących uproszczeniach opisywanej rzeczywistości. Model jest budowany na podstawie czynników charakteryzujących analizowane zjawisko lub problem i relacji zachodzących między nimi. Jego struktura może mieć postać równań matematycznych, programów komputerowych, tabel, wykresów, abstrakcyjnych elementów geometrycznych połączonych ze sobą liniami i strzałkami czy też pewnych myślowych konstrukcji, wyrażonych ciągiem logicznego i jawnego rozumowania, stanowiących holistyczne podejście do analizowanego zjawiska czy problemu. Konstrukcja ta może być zapisana w postaci tekstowej.

W niniejszej rozprawie doktorskiej zajęto się problemem oceny ryzyka w transporcie kolejowym, mając na uwadze wdrażanie interoperacyjności systemu kolei, wykorzystując w tym celu zbudowany model. Podmiotem w problemie przedstawionym wyżej jest system kolei, do którego chcemy zaimplementować reguły określone jako interoperacyjność i ocenić wpływ tych reguł na ryzyko realizacji przewozów w systemie kolejowym.

Pojęcie systemu, mimo że intuicyjnie jest zrozumiałe, to jego zdefiniowanie jest „dość trudne” [24]. Można podać kilka cech określających system:

- system powinien być wyodrębniony od otoczenia, będąc przy tym pewną całością, której elementy znajdują się w określonych wzajemnych stosunkach ze swym otoczeniem, zachowując autonomiczność;
- system złożony jest z podsystemów, zwanych też elementami, które oddziałują na siebie wzajemnie, przy czym zależności te mają istotny wpływ na właściwości systemu jako całości oraz na zadania, które ma do zrealizowania system;
- wpływ czasu na zmianę systemu istnieje, ale jest on ograniczony i system zachowuje swoją istotę i pewne właściwości podstawowe. Natomiast system powinien być podatny na wprowadzanie zmian (modyfikacji), w przypadku poprawy jego

funkcjonowania w takich obszarach jak np. bezpieczeństwo realizacji podstawowych zadań.

System kolei posiada wszystkie trzy wymienione wyżej cechy. Badania systemu prowadzi się wykorzystując jego model i w tym sensie pojęcia systemu rzeczywistego i jego modelu są ze sobą związane.

Podstawowym zadaniem systemu kolei jest realizacja przewozów kolejowych, w czym udział biorą elementy systemu będące we wzajemnych stosunkach między sobą i w pewnych relacjach z otoczeniem. Podstawowe elementy systemu kolei, biorące bezpośredni udział w realizacji przewozów to:

- przewoźnicy kolejowi,
- zarządcy infrastruktury kolejowej,
- producenci wyrobów kolejowych oraz
- podmioty odpowiedzialne za utrzymanie (ECM).

Na Rys. 16 pokazano powyższe elementy systemu kolei uwzględniając dodatkowo ich udział w zarządzaniu bezpieczeństwem w transporcie kolejowym. Następnymi elementami systemu kolei, nie biorącymi bezpośredniego udziału w przewozach kolejowych, ale mającymi znaczący wpływ na ich realizację zgodnie z zasadami interoperacyjności są:

- Prezes Urzędu Transportu Kolejowego;
- Agencja Kolejowa Unii Europejskiej;
- pozostałe instytucje krajowe i instytucje Unii Europejskiej;

odpowiedzialne za kreowanie polityki transportowej w tym działań związanych z bezpieczeństwem realizacji przewozów kolejowych. Narzędziami służącymi do kreowania tej polityki są: dyrektywy, rozporządzenia, TSI, raporty i księgi oraz inne dokumenty. Zależności między tymi elementami pokazano na Rys. 2.

Oprócz podstawowego zadania, w tym przypadku realizacji przewozów, które ma do spełnienia system kolei, jego budowa (struktura) powinna umożliwiać realizację innych zadań, komplementarnych z zadaniem podstawowym. W omawianym przypadku, założeniem jest, aby system mógł umożliwić wdrożenie TSI, uwzględniając możliwość oceny ryzyka w przypadku takich zmian. Schemat postępowania w tym przypadku pokazano na Rys. 3. Ocena ryzyka wiąże się z użyciem odpowiednich metod, którymi zajmowano się w rozdziale 3.3 pracy.

Przedstawiając cechy charakteryzujące system podano, że system będąc pewną autonomiczną całością, powinien pozostawać w określonych relacjach z otoczeniem. W przypadku wprowadzania TSI i oceny ryzyka powinny być uwzględnione również takie elementy jak: aspekty techniczne, aspekty eksploatacyjne, aspekty organizacyjne, związane z czynnikiem ludzkim oraz zależności wynikające „ze styku na interfejsach”.

Jak wspomniano wcześniej, poznanie reakcji rzeczywistego systemu w przypadku wprowadzanych zmian możliwe jest tylko poprzez modele będące opisem rzeczywistości w zakresie przyjętych założeń i uproszczeń. W omawianym przypadku, aby przeprowadzić ocenę ryzyka w transporcie kolejowym, uwzględniając aspekty techniczne, eksploatacyjne, organizacyjne i związane z czynnikiem ludzkim, która pozwoli na utrzymanie stanu bezpieczeństwa na akceptowalnym poziomie w systemie kolei podlegającym zmianom związanym z wdrażaniem interoperacyjności, zaproponowany zostanie model uwzględniający założenia opisane wyżej. Odnosząc się do klasyfikacji modeli należy zauważyć, że opracowany model przedstawiony na Rys. 16 ma charakter holistyczny, tzn. obejmuje wszystkie podmioty mające wpływ na ocenę ryzyka i biorące w nim udział, mając na uwadze proces wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce. Struktura modelu zostanie przedstawiona i opisana w następnym rozdziale.

5.3. Struktura modelu

Wychodząc od zidentyfikowanych przez Państwową Komisję Badania Wypadków Kolejowych przypadków zdarzeń kolejowych, do których doszło ze względu na nieprawidłowe zastosowanie procesu oceny ryzyka w toku wdrażania interoperacyjności na polskiej sieci kolejowej, w tym punkcie rozprawy przedstawiona zostanie struktura autorskiego modelu oceny ryzyka uwzględniającego następujące czynniki:

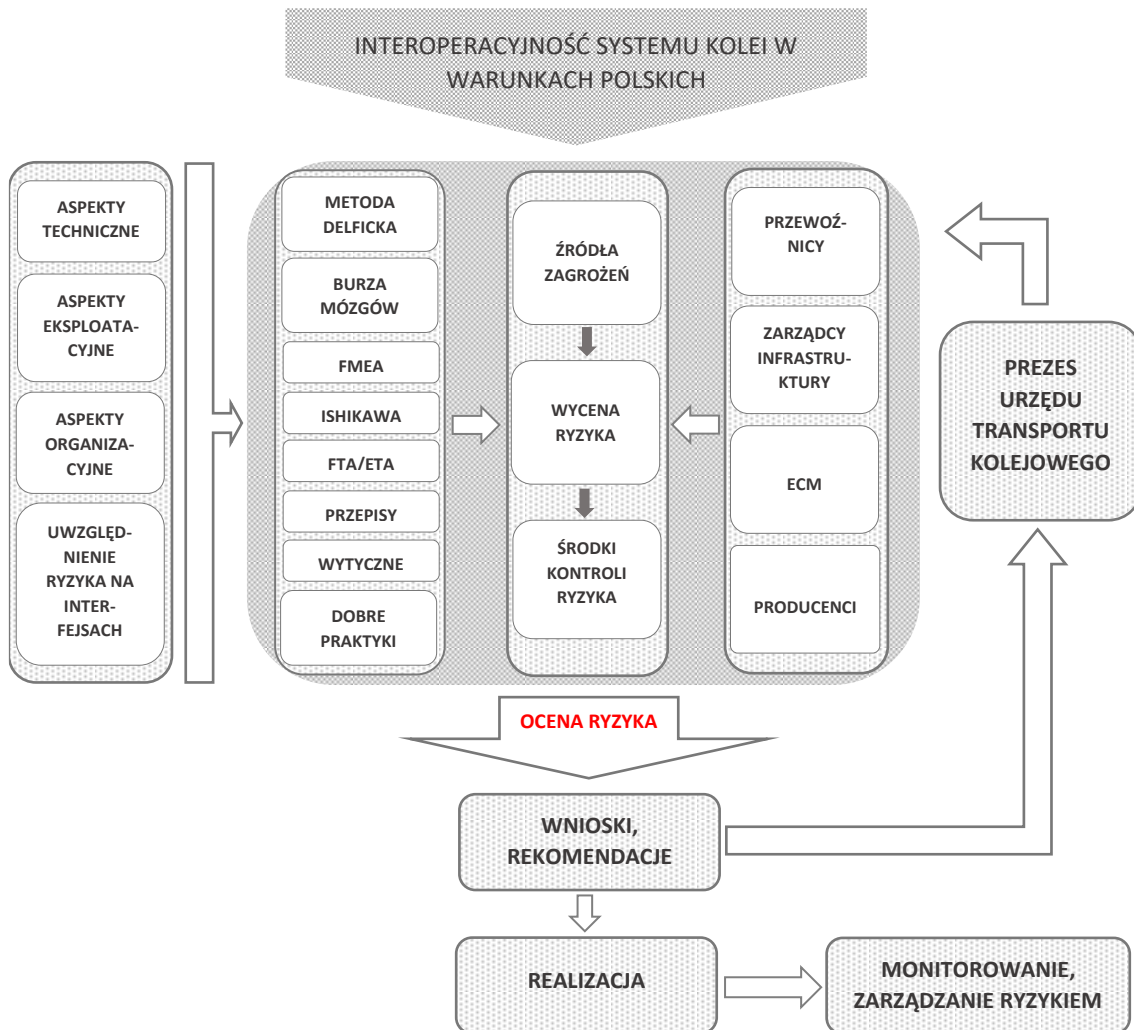
1. Model oceny ryzyka dotyczący wprowadzanych zmian w systemie kolei musi obejmować w każdym przypadku wszystkie aspekty wprowadzonych zmian tj:
 - a. Aspekty techniczne związane ze zmianą,
 - b. Aspekty eksploatacyjne systemu po zmianie,
 - c. Aspekty organizacyjne,
 - d. Aspekt czynnika ludzkiego,
 - e. Ryzyko na interfejsach pomiędzy podsystemami strukturalnymi i funkcjonalnymi.
2. Autorski model oceny ryzyka powinien być stosowany zarówno w przypadku zmian uznanych za nieznaczące w rozumieniu CSM RA jak i zmian znaczących. Bezwzględnie

model oceny ryzyka powinien być stosowany w przypadku zmian o charakterze eksploatacyjnym, a przede wszystkim związanym z utrzymaniem pojazdów kolejowych i podsystemów strukturalnych. Potrzeba stosowania modelu również w przypadku zmian nieznaczających (w szczególności o charakterze eksploatacyjnym w rozumieniu Rozporządzenia 402/2013) wynika z jedynie 2% udziału zmian znaczących a zatem wymagających przeprowadzenia oceny ryzyka) wśród ogólnej liczby zmian mających wpływ na bezpieczeństwo systemu kolei.

3. Autorski model oceny ryzyka opiera się również na założeniu dalszego pogłębiania zasad tzw. Kultury Bezpieczeństwa promującej odpowiedzialne zachowania w procesie zarządzania ryzykiem w organizacji. Kultura Bezpieczeństwa jako filar bezpieczeństwa w transporcie kolejowym jest popierany przez Agencję Kolejową Unii Europejskiej [23][35] oraz przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w ramach inicjatywy Kultury Bezpieczeństwa [34]. Istotne jest ponadto aby podmioty, u których zidentyfikowano brak stosowania zasad wynikających z „deklaracji w sprawie rozwoju Kultury Bezpieczeństwa w transporcie kolejowym” [34][32] były usuwane z grona sygnatariuszy przedmiotowej inicjatywy.
4. Wynikiem przeprowadzonej oceny ryzyka powinny być w każdym przypadku środki bezpieczeństwa (tj. środki kontroli ryzyka), których skuteczność powinna być monitorowana wewnętrznie przez organizację wprowadzającą zmianę oraz przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w toku działań nadzorczych, przy czym rola Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego powinna zostać wzmocniona poprzez nowe kompetencje, w tym:
 1. Zadanie koordynacji spotkań Jednostek Oceniających (AsBo) w swoim gronie, przy udziale Krajowej Władzy Bezpieczeństwa, polegających na wymianie informacji o realizowanych procesach inspekcji i sposobach zarządzania ryzykiem przez uczestników systemu kolejowego. Spotkania takie pomogą podnieść poziom realizowanych inspekcji z korzyścią dla systemu kolejowego.
 2. Obowiązek nakładania przez Prezesa UTK finansowych kar administracyjnych (nowa kompetencja wywołana zmianą do ustawy o transporcie kolejowym) na podmiot, który doprowadził do wypadku lub poważnego wypadku w wyniku niewłaściwego procesu zarządzania ryzykiem (np. w wyniku braku stosowania adekwatnych środków bezpieczeństwa), o ile taka niezgodność zostanie zidentyfikowana przez Państwową Komisję Badania Wypadków Kolejowych w raporcie sporządzonym po takim wypadku.

3. Prawo dla Prezesa UTK do ingerowania, w toku działań nadzorczych, w rażące niezgodności podczas zarządzania bezpieczeństwem przez uczestników systemu kolejowego. Ingerencja powinna polegać na wykazywaniu niezgodności w wystąpieniach pokontrolnych w przypadkach braku lub niewłaściwych wyników zarządzania ryzykiem.

Model oceny ryzyka został zaprezentowany na Rys. 16.



Rysunek 16. Struktura modelu oceny ryzyka w transporcie kolejowym w procesie wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce

Źródło: opracowanie własne

Zgodnie z przyjętą tezą pracy struktura modelu oceny ryzyka pokazuje złożoność systemu kolei w Polsce, na która składają się uczestnicy biorący udział w realizacji przewozów oraz podmioty zewnętrzne pokazane na Rys. 2. Pełny cykl działań w procesie oceny ryzyka (Rys. 3), zawierający etapy postępowania w procesie oceny oraz stosowane metody analizy i oceny

ryzyka zawarte są w środkowej części struktury natomiast aspekty jakie należy wziąć pod uwagę podczas wprowadzania interoperacyjności w systemie kolei w Polsce, omówione w rozdziale 4.1, zawarte są w lewej części struktury. Zaproponowana struktura modelu oceny ryzyka spełnia zatem założenia zawarte w tezie rozprawy.

5.4. Przyjęcie metody oceny ryzyka (techniki analityczne lub inne), aplikacja w modelu

Wspólna metoda oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka opisana w Rozporządzeniu 402/2013 nie wskazuje konieczności stosowania konkretnej techniki analizy ryzyka. Wykorzystywanymi technikami są przykładowo wymienione na Rys. 16 i przedstawione w rozdziale 3.3 metody, ale należy pamiętać, że każda z zastosowanych technik posiada swoje ograniczenia, które można przedstawić jako wady i zalety. Poniżej zostały przedstawione oceny stosowanych w systemie kolejowym, technik wykorzystywanych w zakresie oceny ryzyka, mając na uwadze wdrażanie interoperacyjności systemu kolei w Polsce, z użyciem zaproponowanej w pracy metody.

Burza mózgów

Technika charakteryzująca się wykorzystaniem intuicji pojedynczych osób oraz pracy w zespole w celu rozwiązania danego problemu. Metoda ta jest przydatna np. przy wdrażaniu systemu zarządzania bezpieczeństwem lub systemu jakości. Zalecana na etapie identyfikacji ryzyka.

Zalety techniki:

- Umożliwia zaangażowanie wszystkich uczestników „burzy” oraz większy obiektywizm uzyskanych wyników.
- Możliwość identyfikacji nowych zagrożeń w nowatorskim systemie.
- Szybka i łatwa organizacja.
- Możliwość stosowania w różnych typach systemów.

Lista kontrolna

Technika polegająca na przygotowaniu wykazu czynności dla skomplikowanych zadań lub projektów. Jej celem jest zapewnienie właściwej kolejności wykonywania zadania

i niepominięcia żadnego istotnego etapu realizacji projektu. Służy również do porównania stanu faktycznego realizacji zadania ze stanem wzorcowym.

Zalety:

- szybka i łatwa w użyciu,
- zalecana na etapie identyfikacji ryzyka.

Wada:

- technika pozwala na uzyskanie wyniku jakościowego co ogranicza ocenę dokładności danego etapu.

Metoda HAZOP (Analiza zagrożeń i zdolności operacyjnych)

Metoda może być wykorzystywana do badania ryzyka w przypadku planowanych lub istniejących przedsięwzięć, procesów, procedur oraz systemów. Może być techniką identyfikacji ryzyka związanego z bezpieczeństwem pracowników, wyposażenia, sprzętu, środowiska i celów organizacji. HAZOP ma na celu identyfikację potencjalnych zagrożeń (awarii) i innych strat (np. podczas realizacji modernizacji istniejącej infrastruktury) spowodowanych odchyleniami od założonych warunków operacyjnych podczas realizacji projektu. Identyfikacja zdarzeń i skutków pozwala na wypełnienie matrycy ryzyka i przeprowadzić analizę zagrożeń.

Zalety:

- wysoka efektywność.

Wada:

- duża pracochłonność, koszty i konieczność zatrudnienia osób o wysokich kwalifikacjach zawodowych.

Metoda SWIFT (Co – gdy?)

Jest to metoda bazująca na metodzie „burzy mózgów”. Technika postępowania bazuje na zadawaniu pytań typu „*Co stanie się gdy ...?*” członkom zespołu biorących udział w spotkaniu. Korzystając z tej techniki można identyfikować zagrożenia, określać skutki oraz wyznaczać potencjalne metody postępowania redukujące skutki ewentualnych zdarzeń.

Zalety:

- uniwersalność i możliwość szybkiego uzyskania rezultatu,

- może być użyta w procesie monitorowania poziomu ryzyka oraz rejestru zagrożeń.

Wady:

- osoba prowadząca powinna posiadać wysokie kwalifikacje zawodowe,
- nie wszystkie zagrożenia mogą zostać zidentyfikowane.

Metoda FMEA (Analiza przyczyn wadliwości i krytyczności wad)

Metoda FMEA polega na systematycznej identyfikacji poszczególnych wad produktu/procesu oraz ich eliminacji lub minimalizacji skutków. Może być z powodzeniem wykorzystywana w różnych fazach życia produktu, w szczególności złożonego produktu jakim jest pojazd szynowy. Analiza może dotyczyć całego pojazdu, jego zespołów czy podzespołów. W szczególności metoda zalecana jest w sytuacjach wprowadzania nowych wyrobów, części, materiałów, technologii, ogólnie w przypadku napraw, przeglądów czy modernizacji pojazdów szynowych, w sytuacji występowania dużego zagrożenia dla człowieka lub otoczenia, w przypadku awarii oraz wtedy, gdy pojazd podlega eksploatacji w szczególnie trudnych warunkach. Może mieć także zastosowanie w przypadku realizacji robót kolejowych, na różnych etapach ich prowadzenia.

Zalety:

- możliwość zastosowania dla różnych zdarzeń, np. typu awarie, wypadki, związanych z czynnikiem ludzkim, produktowym i systemowym,
- możliwość rejestrowania zidentyfikowanych wad oraz ich skutków a także osób odpowiedzialnych za wprowadzane zmiany na etapie produkcji, modernizacji czy napraw,
- metoda umożliwia podejmowanie działań korygujących i zapobiegawczych a tym samym doskonalenie systemu zarządzania produkcją pojazdów,
- metoda uniwersalna i przejrzysta umożliwiająca monitorowanie ryzyka.

Wady:

- metoda jest pracochłonna, czasochłonna a tym samym kosztowna,
- wymaga posiadania dużej ilości danych i informacji nt. analizowanego obiektu czy procesu.

Metoda FTA (Analiza drzewa błędów/uszkodzeń)

Metoda FTA polega na określeniu powiązań między zdarzeniami (np. awarie) i ich skutkami (stan odbiegający od normy). Drzewo błędów służy do identyfikacji i analizy czynników, które mogą być przyczyną niepożądanych zdarzeń.

Analiza drzewa błędów FTA ma postać schematu zależności przyczynowo skutkowych. Schemat metody, przedstawiony w postaci „drzewa”, ilustruje przyczyny, których skutek określany jest jako niepewne zdarzenie bądź ryzyko. Drzewo błędów wykorzystuje się do analizy ilościowej i jakościowej.

Zalety:

- struktura drzewa umożliwia analizę wielu czynników jednocześnie oraz oceniać przyszłe skutki ewentualnych awarii,
- graficzne przedstawienie metody pozwala na szybkie zrozumienie funkcji analizowanego systemu oraz zależności zachodzących pomiędzy poszczególnymi elementami tego systemu.

Wady:

- metoda nie uwzględnia dynamiki systemu (czas nie jest zmienną, od której zależą parametry systemu) w związku z tym nie ma możliwości oceny konsekwencji zdarzenia,
- czynności zapisane jako elementarne zdarzenia zachodzące w systemie, kończą się sukcesem lub porażką (brak uwzględnienia stanów pośrednich).

Metoda ETA (Analiza drzewa zdarzeń)

Metoda ETA to graficznie zapisany model zależności przyczynowo skutkowych, które występują przy analizie danego obiektu lub procesu. Drzewo zdarzeń rozpatruje drogę od zdarzenia początkowego do zdarzenia końcowego. Każde zdarzenie cząstkowe ma dwie możliwości zakończenia – powodzenie lub jego brak – określone przez prawdopodobieństwo zajścia zdarzenia lub jego dopełnienie.

Mimo graficznego zapisu, końcowy wynik to prawdopodobieństwo określonego skutku (zdarzenia końcowego). Wartość tą otrzymuje się, mnożąc przez siebie prawdopodobieństwa wszystkich zdarzeń składających się na ścieżkę w drzewie.

Zalety:

- metoda może być wykorzystana zarówno w analizie zdarzeń przedwypadkowych jak i powypadkowych, umożliwiając analizę potencjalnych scenariuszy, które są następstwem zdarzenia inicjującego,
- graficzny zapis zdarzeń czyni metodę czytelną i przejrzystą.

Wady:

- mogą pojawić się trudności w zidentyfikowaniu wszystkich zdarzeń oraz w określeniu prawdopodobieństwa ich wystąpienia.

Diagram Ishikawy

Metoda ma charakter jakościowy i służy do identyfikacji wszystkich możliwych przyczyn problemu o złożonym i wieloaspektowym charakterze. Diagram porządkuje przyczyny lub czynności ze względu na zdefiniowany problem. Zastosowanie wykresu Ishikawy umożliwia rozpoznanie i klasyfikację przyczyn danego zagadnienia i wskazanie przyczyny niedoskonałości procesu. Narzędzie to może być dobrze wykorzystywane do analizy wypadków zdarzających się na przejazdach kolejowych.

Zalety:

- metoda umożliwia przygotowanie opisu problemu w postaci uporządkowanego zbioru informacji i dokonanie hierarchizacji zebranych danych,
- metoda stwarza możliwości lokalizacji przyczyn zaistniałego problemu i jego eliminacji,
- metoda umożliwia wprowadzanie propozycji nowych zmian, np. związanych z TSI i monitorowania jakościowego ich wpływu na bieżący stan systemu kolei.

Wady:

- w przypadku analizy złożonych problemów trudno jest przeprowadzić klasyfikację poszczególnych przyczyn i zachować dobry poziom przejrzystego spojrzenia na całość problemu,
- metoda nie umożliwia ilościowej oceny ryzyka.

W Tabeli 11 zamieszczono wykaz, najczęściej spotykanych w literaturze oraz w praktyce, metod oceny ryzyka wraz z klasyfikacją uwzględniającą przydatność poszczególnych technik w procesach identyfikacji, analizy i wyceny ryzyka (ustalenia czy osiągnięto poziom

dopuszczalnego ryzyka). Znak „+” oznacza rekomendowaną metodę natomiast znak „++” oznacza wysoce rekomendowaną metodę.

Tabela 11. Techniki i ich przydatność w procesie oceny ryzyka

Metody oceny ryzyka			
Technika oceny ryzyka	Proces oceniania ryzyka		
	Identyfikacja ryzyka	Analiza ryzyka	Wycena ryzyka
Burza mózgów	++	-	-
Lista kontrolna	++	-	-
HAZOP	++	+	+
SWIFT	++	++	++
FMEA	++	++	++
FTA	+	-	+
ETA	+	+	-
Diagram Ishikawy	++	-	-

Źródło: opracowanie własne na podstawie [100] oraz [65]

Na wybór odpowiedniej techniki oceny ryzyka, jak wynika to ze struktury modelu przedstawionej na Rys. 16, ma wpływ specyfika analizowanego procesu, jego źródło oraz założony cel badań. Dlatego też przedstawiona w Tabeli 11 klasyfikacja metod i technik używanych w procesie oceny ryzyka będzie przydatnym narzędziem w zaprezentowanej w pracy metodologii.

5.5. Weryfikacja modelu

Weryfikacja zaproponowanego modelu, do oceny ryzyka w transporcie kolejowym w procesie wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce, przeprowadzona zostanie na przykładzie Raportu „Ocena ryzyka związanego ze zmianą dotyczącą zastosowania nowego systemu rozładunku w wagonie typu X” sporządzonego przez Wnioskodawcę – jednego z uczestników systemu kolei w Polsce. Przedmiotowy Raport został poddany ocenie adekwatności zastosowanego procesu zarządzania ryzykiem przez polską jednostkę inspekcyjną działającą w obszarze transportu kolejowego, posiadającą akredytację PCA jako Jednostka Oceniająca (AsBo). Jednostka ta sporządziła raport w sprawie oceny bezpieczeństwa dotyczący oceny ryzyka sporządzonej przez Wnioskodawcę [116]. Weryfikacja przeprowadzona została poprzez porównanie przyjętej przez Wnioskodawcę oraz AsBo procedury postępowania, z działaniami zaproponowanymi w pracy i przedstawionymi na Rys. 16. Procedura postępowania została w Raporcie wnioskodawcy przedstawiona zgodnie z zapisanymi rozdziałami:

I. Opis systemu

I.1. Opis wagonu

I.2. Opis zmiany technicznej

I.3. Ocena zmiany ze względu na bezpieczeństwo systemu kolejowego

II. Wyniki poszczególnych etapów oceny ryzyka

II.1. Definicja systemu

II.2. Identyfikacja zagrożeń

II.3. Klasyfikacja zagrożeń

II.4. Szacowanie ryzyka

II.5. Wycena ryzyka

II.6. Ocena zgodności z wymaganiami bezpieczeństwa

II.7. Zarządzanie zagrożeniami

III. Dokumenty związane z oceną

Załącznik nr 1 – Rejestr zagrożeń przewoźnika

Pierwszym krokiem działania AsBo był opis systemu (Rozdział I) dokonanego przez Wnioskodawcę, w którym odniesiono się do zmiany rozumianej wąsko tj. jedynie w aspekcie technicznym. Jak zauważyła AsBo, w punkcie I.3 Raportu, brak jest odniesienia do wpływu zmiany na aspekty eksploatacyjne i organizacyjne funkcjonowania systemu oraz na wpływ zmiany na ryzyka na interfejsach. Nie ulega natomiast wątpliwości, że taka zmiana techniczna będzie miała wpływ na bezpieczeństwo realizacji zadań przewozowych zarówno w procesie eksploatacji oraz zmiana ta powinna wymóc przegląd procedur organizacyjnych dotyczących przebiegu eksploatacji tego typu wagonów (Rys. 16 – lewa część struktury modelu).

W punkcie II Raportu, podpunkt II.1, Wnioskodawca zawarł opis ocenianego systemu. Przyjęto, że systemem tym jest system sterowania rozładunkiem. W tej części Raportu, Wnioskodawca przyjął arbitralnie, metodę FMEA do szacowania i wyceny ryzyka oraz przyjął także progi klasyfikacji ryzyka. Mając na uwadze zebrane w Tabeli 11 informacje dotyczące metod oceny ryzyka, przyjęcie metody FMEA bez komentarza w sytuacji, gdy są inne metody spełniające kryteria wyboru, można uznać za ryzykowne.

Punkty II.2 do II.5 opisane w Raporcie to działania opisane w pracy w rozdziale II.3 i pokazane na rysunkach 3 i 4. Wnioskodawca zidentyfikował zagrożenia, dokonał ich klasyfikacji, oszacował ryzyka oraz przeprowadził wycenę ryzyka dla zidentyfikowanych i sklasyfikowanych wcześniej zagrożeń. Zgodnie z założeniami metody FMEA oszacowano poziom ryzyka stosując metodę szacowania jawnego ryzyka, przyjmując dla parametrów W, Z i S odpowiednią punktację. Następnie dla zidentyfikowanych i sklasyfikowanych zagrożeń obliczono poziomy ryzyka R. Wycenę ryzyka przeprowadzono zgodnie z procedurą identyfikacji ryzyka technicznego SMS będącą elementem Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem Przewoźnika. Punkt III.6 Raportu dotyczy oceny zgodności z wymaganiami bezpieczeństwa i ma swoje odniesienie do zaproponowanych w modelu działań: Środki kontroli ryzyka, Wnioski, rekomendacje. Końcowym wnioskiem zawartym w tym punkcie Raportu jest sformułowanie: *„urządzenie wyładunkowe na wagonie typu XYZ spełnia wymagania bezpieczeństwa i jest wolne od niedopuszczalnego ryzyka”*.

Punkt II.7 Raportu pn. „Zarządzanie zagrożeniami”, zawiera krótkie odniesienie do zagadnienia monitorowania i zarządzania ryzykiem. W zaproponowanym w pracy modelu, działanie to zaznaczone jest jako końcowy etap postępowania w procesie oceny ryzyka w transporcie kolejowym w kontekście wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce.

Podsumowując, można wymienić następujące mankamenty w opracowanym Raporcie, których można by uniknąć korzystając z zaproponowanej w pracy metodologii:

- brak jest w Raporcie odniesienia do związku pomiędzy procesem transportowym realizowanym w omawianym przypadku a zaproponowaną zmianą techniczną,
- pominięto w Raporcie wpływ i związek zaproponowanej zmiany ze sferą działań eksploatacyjnych i organizacyjnych,
- brak krytycznej analizy dotyczącej wyboru metody oceny ryzyka,
- brak w Raporcie odniesienia uzyskanych wyników oceny ryzyka do istniejących w tym zakresie uregulowań formalno-prawnych Prezesa UTK zawartych w tzw. Liście Prezesa UTK oraz w stanowiskach Krajowej Władzy Bezpieczeństwa.

Brak wymienionych powyżej mankamentów, wpłynąłby na zwiększenie poziomu bezpieczeństwa podczas realizowanych przewozów typem wagonu, w którym dokonano przedmiotowej zmiany.

5.6. Przykłady zastosowania metody

Korzystając z opisanych w rozdziale 5.1 zdarzeń kolejowych pokazano wykorzystanie opracowanego modelu oceny ryzyka, którego struktura została przedstawiona na Rys. 16, w analizie ryzyka w przypadku zmian w realizacji procesu transportowego będącego elementem wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce.

5.6.1. Przypadek 1 – wypadek kategorii B11

Dotyczy wypadku z dnia 17 marca 2019 r. na szlaku Taczanów - Pleszew, tor nr 1, w km 107,985 linii kolejowej nr 272 Kluczbork – Poznań Główny

Opracowany w pracy model zostanie wykorzystany do przeprowadzenia oceny ryzyka w przypadku dokonanej zmiany w procesie przeglądowo naprawczym dla wagonów typu węglarki, przeznaczonych do przewozu materiałów sypkich. Zmiana polegała na wydłużeniu cyklu utrzymaniowego czteroletniego na sześćioletni (producent wagonów zalecił natomiast cykl czteroletni).

Zdaniem Państwowej Komisji Badania Wypadków Kolejowych zmiana cyklu przeglądownego poziomu P4 z czterech do sześciu lat była zmianą znaczącą i wymagała przeprowadzenia dokładnej analizy znaczenia zmiany a następnie analizy i oceny ryzyka, która jednak nie została przeprowadzona. W raporcie PKBWK/07/2019 podkreślono również, że ocena i wycena ryzyka powinna się odbyć w zgodności z Rozporządzeniem Komisji (UE) nr 402/2013 z dnia 30 kwietnia 2013 roku w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka.

Ocena ryzyka związanego ze zmianą dotyczącą wydłużenia cyklu utrzymaniowego czteroletniego na sześcioletni dla wagonów typu 426W serii Eamos - węglarka

Ocena wykonana na podstawie Rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013 w sprawie przyjęcia wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka.

Wprowadzenie

Przewoźnik wymieniony w raporcie PKBWK tj. Przedsiębiorstwo Obrotu Surowcami Wtórnymi DEPOL Sp. z o.o. realizuje towarowe przewozy korzystając z usług różnych podmiotów będących właścicielami wagonów. Jednym z nich jest przedsiębiorstwo P.W. Inter – Komtrans, podmiot odpowiedzialny za utrzymanie wagonów (ECM). Inter-Komtrans dążąc do ujednoczenia DSU dla różnych typów węglarek będących w jego dyspozycji zaplanował zmianę w procesach MMS polegającą na wydłużeniu cyklu utrzymaniowego, w zakresie wykonywania przeglądów na poziomie P3, z czteroletniego na sześcioletni. Ponieważ zmiana ta powinna zostać uznana za zmianę znaczącą, należy więc przeprowadzić pełną procedurę oceny ryzyka zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 402/2013 z dnia 30 kwietnia 2013 roku. Wstępna identyfikacja problemu pokazuje, że analizowana sytuacja dotyczy Przewoźnika i Podmiotu odpowiedzialnego za utrzymanie wagonów (ECM), natomiast zarówno Zarządca Infrastruktury jak i Producent nie będą mieć wpływu na ocenę ryzyka w zaistniałej sytuacji.

I. Opis systemu podlegającego ocenie

I.1. Opis obiektu

Wagony typu 426W serii Eamos służą głównie do przewozu ładunków sypkich niewrażliwych na czynniki zewnętrzne, takich jak węgiel, jednak mają przeznaczenie uniwersalne i mogą być również wykorzystywane do przewozu drewna, złomu, ładunków sztukowych i innych. Nadwozie wagonu węglarki budowy normalnej ma postać otwartej skrzyni zbudowanej z pionowych słupków, obwiedni górnej oraz poszycia wykonanego z blachy. W ścianach

znajdują się drzwi, których wymiary i liczba uzależniona jest od rozmiaru i przeznaczenia wagonu. Przy przewozach masowych, np. do elektrowni i hut, możliwa jest mechanizacja rozładunku przy pomocy wywrotnic bocznych, a w przypadku uchylnych ścian czołowych wagonu również wywrotnic czołowych. Nadwozie wagonu posadowione jest na dwóch dwuosiowych wózkach.

I.2. Opis zmiany

Zmiana polega na wdrożeniu nowej DSU wprowadzającej zmianę cyklu utrzymaniowego na poziomie P3 z czteroletniego na sześćioletni i wprowadzenie w związku z tym zmian w odpowiednich procedurach i arkuszach utrzymaniowych.

Zmiana dotyczyć będzie *aspektów technicznych, eksploatacyjnych oraz organizacyjnych* mając na uwadze bezpieczeństwo realizowanych przewozów. W aspektach eksploatacyjnych mieścić się będą dodatkowe środki kontroli ryzyka wdrożone w ramach ECM natomiast w aspektach organizacyjnych zawierać się powinny również szkolenia i pouczenia personelu związane z nowymi zadaniami utrzymaniowymi oraz informowanie przewoźników eksploatujących tabor o nowej strukturze cyklu utrzymaniowego (w szczególności, jeżeli przeprowadzają oni czynności np. na poziomie P2).

I.3. Ocena zmiany ze względu na bezpieczeństwo procesu transportowego

Zaproponowana zmiana ma wpływ na bezpieczeństwo realizowanych przewozów kolejowych z użyciem wagonów typu 426W serii Eamos.

Zmiana dotycząca wydłużenia cyklu utrzymaniowego ma znaczący wpływ na stan techniczny eksploatowanych pojazdów, warunki utrzymaniowe oraz organizację przeglądów P3, P4 i P5. W przypadku złych zapisów w procedurach utrzymaniowych lub nieprzestrzegania zawartych tam zapisów może dojść do wystąpienia niepożądanych zdarzeń takich jak:

- awaria elementów jednego z układu wagonu, np. układu jezdnego lub hamulcowego,
- wykonanie czynności utrzymaniowych w sposób nieprofesjonalny lub ze znacznym opóźnieniem,
- nieprawidłowe funkcjonowanie podstawowych podzespołów i układów wagonu w czasie jego eksploatacji.

II. Wybór metody oceny ryzyka

Z zamieszczonych w Tabeli 11 informacji wynika, że metodami, które formalnie mogłyby być użyte w procesie oceniania ryzyka w przypadku zmian technicznych są: Lista kontrolna, FTA, ETA, HAZOP, FMEA, SWIFT. Ponieważ w omawianym przypadku istotne jest, aby w procesie oceniania ryzyka dokonać identyfikacji ryzyka, analizy ryzyka oraz wyceny ryzyka tj. aby wykonać pełną ocenę ryzyka, zalecane są w tym przypadku metody: SWIFT, FMEA i HAZOP. Jeśli dodatkowo uwzględnimy fakt, że zgodnie z procedurą identyfikacji ryzyka technicznego SMS będącą elementem Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS) Przewoźnika lub Systemu Zarządzania Utrzymaniem (MMS) wdrożonego w ECM, metoda FMEA została wymieniona jako zalecana, to wybór tej metody będzie wyborem uzasadnionym w tym przypadku. Dodać należy, że w przypadku zmiany polegającej na zmianie struktury cyklu przeglądowo – naprawczego nie dojdzie do zastosowania kodeksów postępowania lub systemu odniesienia jako zasad akceptacji ryzyka ze względu na unikalność zmiany w danym typie wagonu towarowego.

III. Identyfikacja zagrożeń

III.1. Źródła zagrożeń

Z przeprowadzonej identyfikacji problemu i rozpoznaniu istotnych aspektów związanych z zaproponowaną zmianą wynika, że w analizowanym przypadku źródłem zagrożeń mogą być problemy natury technicznej, eksploatacyjnej lub organizacyjnej. Podstawowymi podzespołami wagonu towarowego, decydującymi o bezpieczeństwie przewozów, są układ biegowy, układ hamulcowy oraz układ zderzny wraz ze sprzęgiem. Jak pokazały analizy zdarzeń z udziałem wagonów tego typu w przeszłości, to elementy układu biegowego ulegają najczęściej awarii. W procesie eksploatacji słabym ogniwem mogą być służby odpowiedzialne za przygotowanie składu do jazdy (rewidenci, procedury, kwalifikacje zawodowe osób uczestniczących w tym procesie). Mogą również wystąpić niedociągnięcia organizacyjne związane z uformowaniem składu czy też na etapie przygotowania i przeprowadzenia przeglądów bieżących czy też przeglądów na poszczególnych poziomach z uwagi na zmianę cyklu utrzymaniowego. Podstawowe zagrożenia zawarto w Tabeli 12.

Tabela 12. Zidentyfikowane zagrożenia w danej sytuacji

Numer	Opis zagrożenia	Nazwa zagrożenia
1.	Uszkodzenia, pęknięcia i złamania elementów zestawów kołowych, w tym osi	Uszkodzenia zestawów kołowych

2.	Pęknięcia, złamania i inne uszkodzenia pozostałych elementów układu biegowego.	Uszkodzenia układu biegowego
3.	Nieprawidłowości w przygotowaniu procesu przewozowego	Błędy w przygotowaniu składu pociągu
4.	Nieprawidłowe oznaczenia na pojazdach kolejowych	Nieprawidłowe oznaczenia na pojazdach kolejowych
5.	Niewłaściwie wystawione lub niezgodne z obowiązującymi przepisami przywrócenie do eksploatacji	Nieprawidłowe przywrócenie do eksploatacji

Źródło: opracowanie własne

Podmioty odpowiedzialne za zastosowanie wymogów bezpieczeństwa w tym przypadku to: przewoźnik i podmiot odpowiedzialny za utrzymanie (EMC). Zagrożenia wymienione wyżej dotyczą podsystemu strukturalnego Tabor, zakres Wagony towarowe oraz podsystemu funkcjonalnego Utrzymanie. Zagrożenia te mają bezpośredni związek z zapisami zawartymi w Dyrektywie 2016/797/UE w sprawie interoperacyjności systemu kolei w UE.

III.2. Szacowanie ryzyka

Proces szacowania ryzyka, którego celem było uzyskanie poziomu analizowanego ryzyka, przeprowadzono z zastosowaniem metody szacowania ryzyka jawnego, bazując na rozważaniach prowadzonych w rozdziałach 3 i 4 pracy.

Poziom ryzyka oszacowano na podstawie trzech elementów:

- parametru P_w , który charakteryzuje prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia, (możliwość wystąpienia zagrożenia), liczba z przedziału [1, 10],
- parametru P_d , który charakteryzuje prawdopodobieństwo wykrycia zagrożenia (parametr detekcji), liczba z przedziału [1, 10],
- parametru P_s , który charakteryzuje potencjalne skutki zagrożenia dla poziomu bezpieczeństwa kolejowego, wartość z przedziału [1, 10].

Wskaźnik ryzyka RPN (Risk Priority Number) wyznaczany jest z zależności:

$$RPN = Pw \times Pd \times Ps$$

(5.1.)

Wskaźnik ten określa ryzyko i przyjmuje wartości z przedziału [1, 1000].

W Tabeli 13 zamieszczono wyniki oszacowania parametrów Pw, Pd, Ps oraz poziom całkowitego ryzyka RPN. Przyjęte wartości parametrów są wynikiem przeprowadzonych analiz zdarzeń rejestrowanych przez PKBWK oraz doświadczenia własnego.

Tabela 13. Ocena ryzyka przeprowadzona metodą FMEA, obrazująca prawidłowy proces oceny ryzyka wraz z propozycjami dodatkowych środków bezpieczeństwa

Nr	Zagrożenie	Skutek	Wymogi bezpieczeństwa	Pw	Pd	Ps	RPN	Dodatkowe środki bezpieczeństwa	Odpowiedzialny	Termin realizacji	Pw	Pd	Ps	RPN
1	Uszkodzenia, pęknięcia i złamania elementów zestawów kołowych, w tym osi	Wypadek kolejowy, szkody kolejowe	Realizacja czynności przeglądów o-naprawczych zgodnie z DSU	3	8	9	216	Wprowadzenie dodatkowych badań nieniszczących na poziomie P3, skrócenie okresów między poziomami utrzymania P2	Kierownik działu technologicznego w ECM	Zgodnie z terminami wynikającymi ze zmodyfikowanego DSU	3	4	9	108
2	Pęknięcia, złamania i inne uszkodzenia pozostałych elementów układu biegowego	Wypadek kolejowy, szkody kolejowe	Realizacja czynności przeglądów o-naprawczych zgodnie z DSU	3	8	9	216	Wprowadzenie dodatkowych badań nieniszczących na poziomie P3, skrócenie okresów między poziomami utrzymania P2	Kierownik konstrukcyjnego i technologicznego	Zgodnie z terminami wynikającym ze zmodyfikowanego DSU	3	4	9	108
3	Nieprawidłowości w przygotowaniu procesu przewozowego	Opóźnienie w wyprawnieniu składu	Postępowanie zgodnie z procedurami dot. realizacji procesu przewozowego	2	2	3	12	Nie ma potrzeby działań						
4	Nieprawidłowe oznaczenia na pojazdach kolejowych	Opóźnienie w dostawie towaru do odbiorcy	Realizacja czynności przeglądów o-naprawczych zgodnie z DSU	2	2	3	12	Nie ma potrzeby działań						
5	Niewłaściwie wystawione lub niezgodne z	Wycofanie pojazdu ze składu	Realizacja czynności przeglądów o-naprawczych	3	3	2	18	Nie ma potrzeby działań						

obowiązują cymi przepisami przywrócen ie do eksploatacji		ch zgodnie z DSU											
---	--	---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Źródło: opracowanie własne

W przypadku zagrożeń takich jak uszkodzenia mechaniczne podzespołów wagonu, które pojawiały się w przeszłości i nie były wprawdzie przyczyną zdarzeń kolejowych kategorii B11 lecz w toku oceny ryzyka uzyskano znaczną wartość wskaźnika ryzyka RPN, zaproponowano dodatkowe środki bezpieczeństwa, co spowodowało znaczne obniżenie wartości tego wskaźnika.

III.3. Wycena ryzyka

Do wyceny ryzyka, czyli ustalenia czy osiągnięto poziom dopuszczalnego ryzyka poprzez porównanie wyliczonego poziomu ryzyka z przyjętymi kryteriami jego akceptacji, wykorzystano metodę szacowania ryzyka jawnego FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). Zgodnie z procedurą identyfikacji ryzyka, stosowaną w podobnych przypadkach, będącą elementem Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS w przypadku przewoźnika) lub Systemu Zarządzania Utrzymaniem (w przypadku ECM), zdefiniowano następujące poziomy ryzyka:

- RPN (0-23) – ryzyko dopuszczalne pomijalne; niewymagany zwiększony nadzór
- RPN (24-63) – ryzyko dopuszczalne akceptowalne; wymagany zwiększony nadzór
- RPN (64-124) – ryzyko dopuszczalne; wymagany zwiększony nadzór
- RPN (125-179) – ryzyko tolerowalne; należy określić dodatkowe środki kontroli ryzyka i wprowadzić je w ramach działań zapobiegawczych
- RPN (180-1000) – ryzyko nieakceptowalne; zaprzestanie prowadzenia prac lub prowadzenie natychmiastowych działań korygujących i zapobiegawczych

Po wprowadzeniu dodatkowych środków bezpieczeństwa, wszystkie zidentyfikowane ryzyka charakteryzują się wartościami poniżej 125 punktów. Oznacza to, że poziom ryzyka znajduje się na akceptowalnym poziomie i system kolei po wprowadzeniu zmiany nie wymaga dodatkowych działań.

III.4. Przyjęcie środków kontroli ryzyka

Mając na uwadze przyczynę podjętych działań, proponuje się podjęcie w przyszłości następujących środków kontroli ryzyka w tej sytuacji w postaci:

- Wprowadzenie dodatkowych badań nieniszczących na poziomie utrzymania P3,
- Skrócenia okresów między poziomami utrzymania P2,
- Ciągły nadzór w ramach MMS i SMS przewoźnika kolejowego.

IV. Ocena ryzyka

W celu utrzymania niskiego poziomu ryzyka, poniżej wartości RPN = 125 punktów, związanych z zaplanowaną zmianą w strukturze cyklu przeglądowo – naprawczego polegającą na wydłużeniu cyklu utrzymaniowego, w zakresie wykonywania przeglądów na poziomie P3, z czteroletniego na sześcioletni oraz ich kontroli, określono wymogi bezpieczeństwa tj. środki bezpieczeństwa, które będą wdrażane w celu utrzymania zidentyfikowanych ryzyk na dopuszczalnym poziomie. Są one zamieszczone w rejestrze zagrożeń przedstawionym w Tabeli 14 poniżej.

Potwierdzeniem spełnienia wymagań bezpieczeństwa będą:

- Pozytywny wynik badań nieniszczących osi zestawu kołowego, w ramach procesu utrzymaniowego wymaganego Dokumentacją Systemu Utrzymania, środkowej części osi zestawów kołowych i części pomiędzy tarczami kół, wykonywanych podczas czynności utrzymaniowych poziomu P3, P4 i P5.
- Oświadczenia przewoźnika, o dokonanych zmianach w DSU oraz o podjętych działaniach przez podmioty odpowiedzialne za utrzymanie wagonów towarowych (ECM), dotyczących zmian w czynnościach utrzymaniowych poziomu P3, P4 i P5.
- Dokonanie przez przewoźnika zmian w zapisach Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem, dotyczących: przeglądu procedur SMS, zwiększenie nadzoru na stosowaniem procedur SMS, przeprowadzenia audytów wszystkich dostawców
- Przesłanie do Prezesa UTK informacji dotyczącej podjętych działań w zakresie wydłużeniu cyklu utrzymaniowego, odnośnie wykonywania przeglądów na poziomie P3, z czteroletniego na sześcioletni dla wagonów typu 426W serii Eamos będących w dyspozycji przewoźnika: Przedsiębiorstwo Obrotu Surowcami Wtórnymi DEPOL sp. z o.o.

V. Wnioski, rekomendacje

Przed wdrożeniem do eksploatacji wagonów, dla których będą obowiązywały nowe zapisy w DSU rekomenduje się przeprowadzenie szkolenia uzupełniającego dla rewidentów taboru ze szczególnym uwzględnieniem nowych wymogów napraw poziomu P4 i P5 oraz oceny ważności terminów tych napraw.

VI. Monitorowanie i zarządzanie ryzykiem

Proces zarządzania zagrożeniami i ryzykiem odbywa się poprzez rejestrowanie postępów w monitorowaniu ryzyka związanego ze zidentyfikowanymi zagrożeniami dla analizowanego systemu. Zidentyfikowane podczas procesu oceny ryzyka zagrożenia zostały umieszczone w Rejestrze zagrożeń zawartym w Tabeli 14 i uwzględniono w nich nowe zagrożenia, które powinny być zidentyfikowane w toku oceny ryzyka (do której nie doszło ze względu na uznanie zmiany za nieznaczającą) oraz zostały zasugerowane przez PKBWK w wyniku zidentyfikowania nieprawidłowości w raporcie powypadkowym. Nowymi zagrożeniami uzupełniającymi dotychczasowy Rejestr Zagrożeń są zatem:

- uszkodzenia, pęknięcia i złamania elementów zestawów kołowych, w tym osi,
- uszkodzenia, pęknięcia i złamania pozostałych elementów układu biegowego,
- nieprawidłowe oznaczenia na pojazdach kolejowych,
- niewłaściwie wystawione lub niezgodne z obowiązującymi przepisami świadectwo sprawności technicznej lub świadectwo przywrócenia do eksploatacji pojazdu kolejowego.

Zagrożenia te (wymienione w Tabeli 14) będą kontrolowane i zarządzane w ramach systemu zarządzania bezpieczeństwem SMS Przewoźnika wagon ze zmienioną strukturą cyklu przeglądowo - naprawczego.

Tabela 14. Rejestr zagrożeń przewoźnika uwzględniający wyniki pełnej oceny ryzyka

L.p.	Tytuł rozdziału	Nazwa zagrożenia
1.	Realizacja procesu przewozu	Wykolejenia taboru
2.	Personel	Niedostateczne przeszkolenie. Wykonywanie czynności bez wymaganych kwalifikacji
3.	Personel	Nieprzestrzeganie /nieznajomość procedur i instrukcji
4.	Zakupy, modernizacja i kasacja (zbycie) pojazdów kolejowych i zasobów technicznych	Awarie układu biegowego
5.	Zakupy, modernizacja i kasacja (zbycie) pojazdów	uszkodzenia, pęknięcia i złamania elementów zestawów kołowych, w tym osi,

	kolejowych i zasobów technicznych	
6.	Zakupy, modernizacja i kasacja (zbycie) pojazdów kolejowych i zasobów technicznych	uszkodzenia, pęknięcia i złamania pozostałych elementów układu biegowego.
7.	Zakupy, modernizacja i kasacja (zbycie) pojazdów kolejowych i zasobów technicznych	Niedostateczny nadzór nad systemem utrzymania
8.	Zakupy, modernizacja i kasacja (zbycie) pojazdów kolejowych i zasobów technicznych	Brak lub niepełna rejestracja parametrów jazdy przez pojazd trakcyjny wyposażony w rejestrator elektromechaniczny lub elektroniczny rejestrator parametrów jazdy
9.	Zakupy, modernizacja i kasacja (zbycie) pojazdów kolejowych i zasobów technicznych	nieprawidłowe oznaczenia na pojazdach kolejowych,
10.	Zakupy, modernizacja i kasacja (zbycie) pojazdów kolejowych i zasobów technicznych	niewłaściwie wystawione lub niezgodne z obowiązującymi przepisami świadectwo sprawności technicznej lub świadectwo przywrócenia do eksploatacji pojazdu kolejowego
11.	Zakupy, modernizacja i kasacja (zbycie) pojazdów kolejowych i zasobów technicznych	brak kamer cyfrowych
12.	Realizacja procesu przewozu	Nieprzestrzeganie procedur i postanowień regulacji wewnętrznych w zakresie realizacji procesu przewozowego
13.	Realizacja procesu przewozu	Prowadzenie kolejowych pojazdów trakcyjnych ze świadomym wyłączeniem urządzeń czujności SHP i z naruszeniem instrukcji Ir-1

Źródło: opracowanie własne

5.6.2. Przypadek 2 – wypadek kategorii A18

Dotyczy wypadku z dnia 2 listopada 2017 r. na przejeździe kolejowo-drogowym kat. „A” z zawieszoną obsługą, usytuowanym w km 37,119 szlaku Śniardowo - Łapy w torze szlakowym nr 1, linii kolejowej nr 36: Ostrołęka Łapy.

Autorski model oceny ryzyka w kontekście wdrażania interoperacyjności może zostać zastosowany również do sytuacji poważnego wypadku kategorii A18 jaki miał miejsce na przejeździe kolejowo – drogowym.

Należy wskazać, że w świetle raportu PKBWK PKBWK/05/2018, jedną z przyczyn systemowych zdarzenia była niewłaściwa realizacja procedury Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem wdrożonego w PKP PLK tj. procedury SMS-PR-03. Zdaniem PKBWK, powzięty przez PKP PLK zamiar wznowienia ruchu pojazdów kolejowych na linii kolejowej nr 36 należało uznać za zmianę znaczącą, która może doprowadzić do wysokiego ryzyka zaistnienia wypadków na przejazdach kolejowo – drogowych. Po stronie PKP PLK, jak podkreślono w raporcie PKBWK, nie przeprowadzono jednak oceny potencjalnego wpływu zmian technicznych, eksploatacyjnych i organizacyjnych na bezpieczeństwo systemu kolejowego, oceny wpływu tych zmian (w przypadku zmian mających wpływ na bezpieczeństwo), oceny znaczenia tych zmian oraz nie przeprowadzono analizy ryzyka [59].

Ocena ryzyka związanego ze zmianą dotyczącą przywrócenia ruchu pociągów na linii kolejowej nr 36

Wprowadzenie

PKP Polskie Linie Kolejowe jako zarządca infrastruktury kolejowej, wymieniony w raporcie PKBWK, zarządzała linią kolejową nr 36 Ostrołęka – Łapy. Planowane wznowienie ruchu pociągów na linii nr 36 po zakończeniu prac modernizacyjnych nie zostało ocenione przez Centrum Realizacji Inwestycji.

Ponieważ zmiana polegająca na wznowieniu ruchu pociągów na linii nr 36 została oceniona wstępnie (zespół nie zakończył prac do czasu wypadku) jako zmiana nieznacząca w rozumieniu rozporządzenia Komisji UE nr 402/2013 natomiast, w świetle raportu PKBWK powinna zostać uznana za zmianę znaczącą, należy więc przeprowadzić pełną procedurę oceny ryzyka zgodnie z rozporządzeniem Komisji UE nr 402/2013 z dnia 30 kwietnia 2013 roku.

Wstępna identyfikacja problemu pokazuje, że analizowana sytuacja dotyczy *Zarządcy Infrastruktury* natomiast zarówno *Przewoźnik* i *Podmiot odpowiedzialny za utrzymanie wagonów (ECM)* jak i *Producent* nie będą mieć wpływu na ocenę ryzyka w zaistniałej sytuacji.

I. Opis systemu podlegającego ocenie

I.1. Opis obiektu

Linia nr 36 jest linią jednotorową, pierwszorzędą, niezelektryfikowaną, normalnotorową. Od roku 2000 ruch pociągów na odcinku Śniadowo – Łapy był zawieszony natomiast od roku 2008 odcinek linii od stacji Sokoły do stacji Łapy był zawieszony ze względu na trwającą modernizację linii kolejowej (podsystem Infrastruktura i Sterowanie – urządzenia przytorowe). Do dnia zaistnienia zdarzenia kolejowego, prace modernizacyjne nie uległy zakończeniu

natomiast ruch pojazdów kolejowych odbywał się w oparciu o Regulamin tymczasowy prowadzenia ruchu w czasie wykonywania robót modernizacyjnych na linii nr 36 Ostrołęka - Łapy na odcinku Śniadowo – Łapy nr IZESa-703-06/2017 z 19 stycznia 2017 r.

I.2. Opis zmiany

Prace modernizacyjne linii kolejowej nr 36 realizowane były w formule „projektuj i buduj” zgodnie z Umową Nr 90/101/0117/16/Z/I na polepszenie jakości usług przewozowych na liniach objazdowych nr 31, 32 i 36, zawartą 27 stycznia 2017 r. pomiędzy PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. a Konsorcjum spółek, z których Liderem jest Trak Tec Construction sp. z o.o. Po zakończeniu modernizacji na linii nr 36 wznowiony miał być ruch pociągów a sama linia spełniać miała parametry techniczne: prędkość maksymalna (konstrukcyjna) dla pociągów pasażerskich - 120 km/h, towarowych – 80 km/h, dopuszczalny nacisk 221 kN/oś.

Niewątpliwie zatem zmiana obejmowała aspekty techniczne (modernizacja podsystemu Infrastruktura i Sterowanie – urządzenia przytorowe) poprzez dostosowanie linii kolejowej do wymagań Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności oraz eksploatacyjne (wznowienie ruchu pociągów, wznowienie działalności przejazdów kolejowo – drogowych) i organizacyjne.

I.3. Ocena zmiany ze względu na bezpieczeństwo prowadzenia ruchu kolejowego transportowego

Zaproponowana zmiana ma wpływ na bezpieczeństwo prowadzenia ruchu kolejowego. Po przeanalizowaniu kryteriów oceny znaczenia zmiany zawartych w art. 4 Rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013 należy uznać, że zmiana ta również jest zmianą znaczącą ze względu przede wszystkim na złożoność zmiany związana z modernizacją linii kolejowej i rozpoczęcia wykorzystania przejazdów kolejowo - drogowych oraz skutki awarii systemu po zmianie uwzględniając możliwy najgorszy scenariusz.

II. Wybór metody oceny ryzyka

Korzystając z Tabeli 11, w rozpatrywanym przypadku można zastosować do przeprowadzenia pewnych elementów oceny ryzyka następujące techniki: Lista kontrolna, FTA, ETA, HAZOP, FMEA, SWIFT. Podobnie jak w poprzednim przykładzie, należy podkreślić, że w przypadku zmiany polegającej na wznowieniu ruchu kolejowego na linii nr 36 trudno mówić o wykorzystaniu zasad akceptacji ryzyka w postaci kodeksów postępowania lub systemu odniesienia. Oczywiście jest, że przypisanie Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności, przepisów tzw. Listy Prezesa UTK oraz instrukcji PKP PLK do zagrożeń związanych z projektowaniem oraz budową podsystemu Infrastruktura oraz

Sterowanie – urządzenia przytorowe adresuje dużą część zagrożeń jednak nie pozwala na pełną ocenę ryzyka związanego ze wznowieniem ruchu kolejowego (a nie budową lub modernizacją linii kolejowej w ujęciu technicznym).

Ze względu zatem na wysoki poziom złożoności zmiany obejmujący aspekty techniczne, eksploatacyjne i organizacyjne zmiany rozumianej jako wznowienie ruchu kolejowego na linii nr 36, najodpowiedniejszą techniką do przeprowadzenia pełnej oceny ryzyka powinna zostać uznana metoda FMEA.

III. Identyfikacja zagrożeń

III.1. Źródła zagrożeń

W analizowanym przypadku źródłem zagrożeń mogą być problemy natury technicznej, eksploatacyjnej lub organizacyjnej. Do istotnej kategorii zdarzeń kolejowych do jakich dochodzi po zmianach eksploatacyjnych na zmodernizowanych liniach kolejowych, zaliczyć można poważne wypadki kolejowe kategorii A18, zaistniałe na przejazdach kolejowo drogowych. W zależności od kategorii przejazdu kolejowo – drogowego, dochodzi do nich ze względu na (w zdecydowanej większości) nieprzestrzeganie przez kierowców pojazdów drogowych zasad bezpieczeństwa w ruchu drogowym lub ze względu na błąd ludzki dróżnika przejazdowego (w przypadku kategorii A) lub awarię systemu sterowania ruchem kolejowym. Podstawowe zagrożenia dotyczące tego przypadku zawarto w Tabeli 16.

Tabela 15. Zidentyfikowane zagrożenia w danej sytuacji

Numer	Opis zagrożenia	Nazwa zagrożenia
1	Nieprzestrzeganie postanowień prawa o ruchu drogowym skutkujące niedostosowaniem prędkości do warunków na drodze	Nieprawidłowość po stronie kierowcy pojazdu drogowego
2	Niedostosowanie prędkości samochodu do warunków ograniczonej widoczności na przejeździe	Nieprawidłowość po stronie kierowcy pojazdu drogowego
3	Niezachowanie szczególnej ostrożności przez kierującego samochodem podczas przekraczania przejazdu kolejowego	Nieprawidłowość po stronie kierowcy pojazdu drogowego

4	Niezasosowanie się do informacji wynikających ze znaków drogowych pionowych przez kierującego pojazdem drogowym	Nieprawidłowość po stronie kierowcy pojazdu drogowego
---	---	---

Źródło: opracowanie własne

Podmiotami odpowiedzialnymi za stosowanie wymogów bezpieczeństwa w toku oceny ryzyka jest zarządca infrastruktury kolejowej, który jednak korzystać może z generalnego wykonawcy robót budowlanych lub podwykonawców (szczególnie w aspektach technicznych modernizacji i zapewnienia zgodności z zasadami interoperacyjności) jednak to zarządca infrastruktury kolejowej jest jedynym podmiotem zdolnym do zarządzania czynnikiem eksploatacyjnym i organizacyjnym zmienionego systemu. Zagrożenia te mają bezpośredni związek z zapisami zawartymi w Dyrektywie 2016/797/UE w sprawie interoperacyjności systemu kolei w UE.

III.2 Szacowanie ryzyka

Proces szacowania ryzyka, którego celem było uzyskanie poziomu analizowanego ryzyka, przeprowadzono z zastosowaniem metody szacowania ryzyka jawnego, bazując na rozważaniach prowadzonych w rozdziałach 3 i 4 pracy.

Poziom ryzyka, również w tym przypadku oszacowano na podstawie trzech elementów:

- parametru P_w , który charakteryzuje prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia, (możliwość wystąpienia zagrożenia), liczba z przedziału [1, 10],
- parametru P_d , który charakteryzuje prawdopodobieństwo wykrycia zagrożenia (parametr detekcji), liczba z przedziału [1, 10],
- parametru P_s , który charakteryzuje potencjalne skutki zagrożenia dla poziomu bezpieczeństwa kolejowego, wartość z przedziału [1, 10],

Wskaźnik ryzyka RPN (Risk Priority Number) wyznaczany jest z zależności:

$$\mathbf{RPN = P_w \times P_d \times P_s} \quad (5.2.)$$

Wskaźnik ten określa ryzyko i przyjmuje wartości z przedziału [1, 1000].

W Tabeli 17 zamieszczono wyniki oszacowania parametrów Pw, Pd, Ps oraz poziom całkowitego ryzyka RPN. Przyjęte wartości parametrów są wynikiem przeprowadzonych analiz zdarzeń rejestrowanych przez PKBWK oraz doświadczenia własnego.

Tabela 16. Ocena ryzyka przeprowadzona metodą FMEA, obrazująca prawidłowy proces oceny ryzyka wraz z propozycjami dodatkowych środków bezpieczeństwa

Nr	Zagrożenie	Skutek	Wymogi bezpieczeństwa	Pw	Pd	Ps	RPN	Dodatkowe środki bezpieczeństwa	Odpowiedzialny	Termin realizacji	Pw	Pd	Ps	RPN
1	Nieadekwatne do sytuacji zabezpieczenie przejazdu kolejowo - drogowego	Poważny wypadek kolejowy, szkody kolejowe	Zgodność z regulaminem tymczasowym prowadzenia ruchu	4	7	9	252	Zastosowanie dodatkowego, eksperymentalnego oznakowania przejazdu kolejowo - drogowego	Kierownik Sekcji Eksploatacji, Zakład Linii Kolejowych w Białymstoku	Przed rozpoczęciem przejazdów technologicznych na linii kolejowej nr 36	3	4	9	108
2	Niezastosowanie się do informacji wynikających ze znaków drogowych pionowych przez kierującego pojazdem drogowym – z powodu przyzwyczajenia do zamknięcia linii kolejowej nr 36	Poważny wypadek kolejowy, szkody kolejowe	Zachowanie szczególnej ostrożności przez kierującego pojazdem drogowym	5	6	9	270	Wystąpienie do zarządcy drogi o wprowadzenie ograniczenia prędkości dla pojazdów drogowych	Kierownik Sekcji Eksploatacji, Zakład Linii Kolejowych w Białymstoku	Przed rozpoczęciem przejazdów technologicznych na linii kolejowej nr 36	3	4	9	108
3	Niezastosowanie się do informacji wynikających ze znaków drogowych pionowych przez kierującego pojazdem drogowym – z powodu przyzwyczajenia do zamknięcia linii kolejowej nr 36	Poważny wypadek kolejowy, szkody kolejowe	Zachowanie szczególnej ostrożności przez kierującego pojazdem drogowym	5	6	9	270	Przeprowadzenie wśród społeczności lokalnej akcji informacyjnej o wznowieniu eksploatacji (przejazdy technologiczne) na linii nr 36	Kierownik Sekcji Eksploatacji, Zakład Linii Kolejowych w Białymstoku	Przed rozpoczęciem przejazdów technologicznych na linii kolejowej nr 36	3	4	9	108

Źródło: opracowanie własne

III.3. Wycena ryzyka

W toku wyceny ryzyka, zarządca infrastruktury mógłby się natomiast kierować następującymi zasadami dotyczącymi poziomu Numeru Priorytetu Ryzyka (RPN):

- RPN (0-23) – ryzyko dopuszczalne pomijalne; niewymagany zwiększony nadzór
- RPN (24-63) – ryzyko dopuszczalne akceptowalne; wymagany zwiększony nadzór
- RPN (64-124) – ryzyko dopuszczalne; wymagany zwiększony nadzór
- RPN (125-179) – ryzyko tolerowalne; należy określić dodatkowe środki kontroli ryzyka i wprowadzić je w ramach działań zapobiegawczych
- RPN (180-1000) – ryzyko nieakceptowalne; zaprzestanie prowadzenia prac lub prowadzenie natychmiastowych działań korygujących i zapobiegawczych

III.4. Przyjęcie środków kontroli ryzyka

Uwzględniając przebieg zdarzenia oraz wyniki identyfikacji i oceny ryzyka, proponuje się w przyszłości podjęcie następujących środków kontroli ryzyka:

- 1) Zastosowania dodatkowego, eksperymentalnego oznakowania przejazdu kolejowo – drogowego (które stosowane jest stosunkowo często w podobnych okolicznościach przez PKP PLK),
- 2) Wystąpienia do zarządcy drogi o wprowadzenie ograniczenia prędkości dla pojazdów drogowych,
- 3) Przeprowadzenia wśród społeczności lokalnej akcji informacyjnej o wznowieniu eksploatacji (przejazdy technologiczne) na linii nr 36,

Wdrożenie tych środków spowodowałyby obniżenie poziomu ryzyka (liczby RPN) do poziomu ryzyka akceptowalnego, gdzie wymagany byłyby jedynie ciągły nadzór w ramach SMS zarządcy infrastruktury.

4. Ocena ryzyka

Wyniki szacowania ryzyka zamieszczone w Tabeli 17 pokazują, że poziom całkowitego ryzyka RPN osiągnął wartość większą niż 180, co jest ryzykiem nieakceptowalnym i implikuje podjęcie decyzji o zaprzestaniu prac lub wprowadzeniu natychmiast działań korygujących i zapobiegawczych. Wprowadzenie takich działań doprowadziłoby do zmniejszenia poziomu całkowitego ryzyka RPN do wartości 108, co gwarantowałoby osiągnięcie poziomu ryzyka dopuszczalnego.

5. Wnioski i rekomendacje

Działania, które nie zostały w realnym przypadku wprowadzone w ramach zarządzania ryzykiem przez PKP PLK, po zastosowaniu autorskiego modelu oceny ryzyka w kontekście wdrażania interoperacyjności, mogły natomiast doprowadzić do uniknięcia wypadku kolejowego lub do ograniczenia jego skutków. Pełne zastosowanie proponowanego modelu oceny ryzyka doprowadziłoby zatem do zminimalizowania ryzyka wystąpienia zdarzenia zanim się ono zmaterializowało w postaci wypadku kolejowego. Oprócz aspektów technicznych, pokrytych zazwyczaj przez TSI lub normy zharmonizowane zawarte w tzw. Liście Prezesa UTK i określające parametry zmodernizowanej drogi kolejowej, model oceny ryzyka zapewnia również konieczność zarządzania ryzykiem powstałym w aspekcie eksploatacyjnym (wznowienie ruchu pojazdów na linii kolejowej), organizacyjnym oraz na styku (interfejsie) z podsystemem funkcjonalnym Ruch kolejowy.

5.6.3. Przypadek 3 – wypadek kategorii A20

Dotyczy wypadku z dnia 7 kwietnia 2017 r. na przejeździe kolejowo drogowym kat. C zlokalizowanym na szlaku jednotorowym Ozimek - Chrząstowice, w km 56,977, linii kolejowej nr 144 Tarnowskie Góry Opole.

Model oceny ryzyka zaprezentowany w pracy, może posłużyć do przeprowadzenia oceny ryzyka również w sytuacji innego poważnego wypadku zaistniałego na przejeździe kolejowo – drogowym tj. wypadku, do którego doszło w wyniku najechania pociągu relacji: Wrocław Główny – Warszawa Wschodnia na pojazd drogowy złożony z ciągnika siodłowego oraz naczepy typu laweta niskopodłogowa, który utknął na przejeździe kolejowo drogowym kategorii C.

Jedną z przyczyn (w tym przypadku przyczyną systemową) zidentyfikowaną przez PKBWK, która doprowadziła do powstania zdarzenia kolejowego było nieprzeprowadzenie przez zarządcę infrastruktury kolejowej PKP PLK oceny ryzyka technicznego i operacyjnego oraz działań korygujących i zapobiegawczych wynikających z Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem zarządcy infrastruktury w związku z przebudową przejazdu wynikającą z podniesienia prędkości pociągów do 140km/h, która wymusiła zmianę geometrii toru [60]. Zmiana geometrii toru doprowadziła natomiast do zwiększenia przechyłki do 70mm i powstania załomu wynoszącego 9,16%. Załom ten powstał przez nachylenie pomostu

przejazdu na długości 4 metrów wynoszące 4,88%, a o przeciwnym znaku w kierunku drogi na długości 2,8 metra wynoszące 4,28%.

Ocena ryzyka związanego ze zmianą dotyczącą modernizacji linii kolejowej 144 wraz z podniesieniem prędkości pociągów do 140km/h wymuszającej zmianę geometrii toru

Wprowadzenie

PKP Polskie Linie Kolejowe jako zarządca infrastruktury kolejowej, wymieniony w raporcie PKBWK, zarządzała linią kolejową nr 144 w km 56,977, linii kolejowej nr 144 Tarnowskie Góry - Opole. Linia Kolejowa nr 144 Linia kolejowa nr 144 przechodziła modernizację podsystemów: Infrastruktura, Energia, Sterowanie – urządzenia przytorowe. Jej efektem było podniesienie prędkości na linii kolejowej ze 100 km/h do 160 km/h przy czym na niektórych fragmentach linii kolejowej obowiązywać miała prędkość maksymalna 140 km/h. Planowane podniesienie prędkości na linii kolejowej ze 100 do 160 km/h (lub na niektórych odcinkach do 140 km/h) powodowało konieczność zmiany geometrii toru i zwiększenia przechyłki, którą z kolei należało uwzględnić w miejscach posadowienia płyt przejazdowych dokonując korekty położenia szyn. Zmiana geometrii toru polegająca na przesunięciu osi toru i zwiększeniu przechyłki do 70mm z jednoczesnym brakiem zmiany geometrii drogi dojazdowej, spowodowała powstanie załomu profilu podłużnego drogi o przeciwnych kierunkach pochylenia [60].

Wstępna identyfikacja problemu pokazuje, że analizowana sytuacja dotyczy Zarządcy Infrastruktury natomiast zarówno Przewoźnik i Podmiot odpowiedzialnego za utrzymanie wagonów (ECM) jak i Producent nie będą mieć wpływu na ocenę ryzyka w zaistniałej sytuacji.

I. Opis systemu podlegającego ocenie

I.1. Opis obiektu

Linia Kolejowa nr 144 Tarnowskie Góry – Opole jest w większej części przebiegu linią jednotorową podlegającą modernizacji w postaci wymiany 31 km torów, naprawy 25 przejazdów kolejowo-drogowych, wymiany 28 rozjazdów, remontu 24 obiektów inżynierskich oraz przebudowy peronów na stacjach Fosowskie, Staniszcze Małe, Krasiejów, Ozimek, Dębska Kuźnia, Chrzastowice, Suchy Bór i Opole Główne.

I.2. Opis zmiany

Zmiana polegała na modernizacji linii kolejowej (trzech podsystemów) a zatem obejmowała aspekty techniczne związane z uzyskaniem zgodności z Technicznymi Specyfikacjami

Interoperacyjności (z uwzględnieniem uwarunkowań historycznych) i krajowymi przepisami dotyczącymi projektowania i rewitalizacji linii kolejowych. Podniesienie prędkości na linii kolejowej (ze 100 km/h do 140/160 km/h) wiązało się z koniecznością przeanalizowania aspektów eksploatacyjnych związanych ze sposobem prowadzenia ruchu pociągów w zmienionych warunkach. W ujęciu punktowym, zmiana polegała na przebudowie przejazdu kolejowego w km 56,977 szlaku jednotorowego Ozimek – Chrząstowice linii kolejowej nr 144 poprzez m.in. zabudowę urządzeń samoczynnej sygnalizacji przejazdowej oraz zmianie położenia płyty przejazdowej uwzględniającej konieczność zwiększenia przechyłki.

I.3. Ocena zmiany ze względu na bezpieczeństwo prowadzenia ruchu kolejowego

Zaproponowana zmiana ma wpływ na bezpieczeństwo prowadzenia ruchu kolejowego. Po przeanalizowaniu kryteriów oceny znaczenia zmiany zawartych w art. 4 Rozporządzenia Komisji nr 402/2013 należy uznać, że zmiana ta również jest zmianą znaczącą ze względu przede wszystkim na złożoność zmiany związana z modernizacją linii kolejowej i istotne zwiększenie prędkości na linii kolejowej nr 144 oraz skutki awarii.

II. Wybór metody oceny ryzyka

W przypadku zmiany polegającej na modernizacji trzech podsystemów strukturalnych, które doprowadzić miały do zwiększenia prędkości na linii nr 144, odpowiednią techniką oceny ryzyka, jak wynika to z Tabeli 11, która powinna zostać zastosowana jest FMEA jako dedykowana do złożonych zmian w systemie kolei i pozwalająca na przypisanie środków kontroli ryzyka do różnorodnych zagrożeń. Jest to oczywiście forma wykorzystania jednej z metod szacowania ryzyka jawnego. Wykorzystanie zasad akceptacji ryzyka w postaci kodeksów postępowania będzie możliwe do zastosowania w aspektach technicznych tj. zgodności modernizowanej linii kolejowej z dokumentami kryterialnymi. Stosowanie systemu odniesienia, ze względu na indywidualność zastosowanej konfiguracji urządzeń sterowania ruchem kolejowym lub unikalny układ torowy jest również niezasadna.

III. Identyfikacja zagrożeń

III.1. Źródła zagrożeń

W analizowanym przypadku źródłem zagrożeń mogą być problemy natury technicznej, eksploatacyjnej lub organizacyjnej. Do zdarzeń kolejowych do jakich dochodzi na zmodernizowanych liniach kolejowych, w szczególności w przypadku podniesienia prędkości na linii kolejowej, zaliczyć trzeba wypadki na przejazdach kolejowo – drogowych. Przyczynami powstawania wypadków i powiązanych z nimi zagrożeniami są przede

wszystkim błędy popełniane przez kierowców pojazdów drogowych i nieprzestrzeganie przepisów przez kierowców. Zagrożeniami jakie należy uwzględnić są jednak również błędy projektowe i wykonawcze przejazdów kolejowo – drogowych lub awarie samoczynnych sygnalizacji przejazdowych.

Podmiotami odpowiedzialnymi za stosowanie wymogów bezpieczeństwa w toku oceny ryzyka jest zarządca infrastruktury kolejowej. Zarządca zlecając wykonanie robót budowlanych generalnemu wykonawcy robót budowlanych zleca jednocześnie przeprowadzenie oceny znaczenia zmiany i oceny ryzyka (gdy zmiana jest uznana za znaczącą). Ze względu na brak kompetencji generalnych wykonawców (będących podmiotami zajmującymi się realizacją robót budowlanych) do oceny ryzyka w aspekcie eksploatacyjnym i organizacyjnym zmienionego systemu to na zarządcy infrastruktury kolejowej spoczywa zatem ciężar opracowania kompleksowej oceny ryzyka.

III.2. Szacowanie ryzyka

Proces szacowania ryzyka, którego celem było uzyskanie poziomu analizowanego ryzyka, przeprowadzono z zastosowaniem metody szacowania ryzyka jawnego.

Poziom ryzyka, również w tym przypadku oszacowano na podstawie trzech elementów:

- parametru P_w , który charakteryzuje prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia, (możliwość wystąpienia zagrożenia), liczba z przedziału [1, 10],
- parametru P_d , który charakteryzuje prawdopodobieństwo wykrycia zagrożenia (parametr detekcji), liczba z przedziału [1, 10],
- parametru P_s , który charakteryzuje potencjalne skutki zagrożenia dla poziomu bezpieczeństwa kolejowego, wartość z przedziału od 1 do 10,

Wskaźnik ryzyka RPN (Risk Priority Number) wyznaczany jest z zależności:

$$\mathbf{RPN = P_w \times P_d \times P_s} \quad (5.3.)$$

Wskaźnik ten określa ryzyko i przyjmuje wartości z przedziału [1, 1000].

W Tabeli 18 zamieszczono wyniki oszacowania parametrów P_w , P_d , P_s oraz poziom całkowitego ryzyka RPN. Przyjęte wartości parametrów są wynikiem przeprowadzonych analiz zdarzeń rejestrowanych przez PKBWK oraz doświadczenia własnego.

Tabela 17. Ocena ryzyka przeprowadzona metodą FMEA, obrazująca prawidłowy proces oceny ryzyka wraz z propozycjami dodatkowych środków bezpieczeństwa

Nr	Zagrożenie	Skutek	Wymogi bezpieczeństwa	Pw	Pd	Ps	RPN	Dodatkowe środki bezpieczeństwa	Odpowiedzialny	Termin realizacji	Pw	Pd	Ps	RPN
1	Niewłaściwe zaprojektowanie przejazdu kolejowo drogowego – możliwość powstania załamów	Poważny wypadek kolejowy, szkody kolejowe	Zgodność z rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi	4	7	8	224	Dokonanie pomiarów geodezyjnych przejazdu kolejowo-drogowego i uwzględnienie w projekcie konieczności przebudowania publicznej drogi dojazdowej do przejazdu	Dyrektor Zakładu Linii Kolejowych w Opolu	Przed rozpoczęciem modernizacji linii kolejowej	3	4	9	108
2	Niewłaściwe zaprojektowanie przejazdu kolejowo drogowego – zmiana osi toru i zwiększenie przechyłki	Poważny wypadek kolejowy, szkody kolejowe	Zgodność z rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi	5	6	9	270	Uzgodnienie zmienionego projektu przebudowy przejazdu z ZOPI (Zespół Oceny Projektów Inwestycyjnych)	Dyrektor Zakładu Linii Kolejowych w Opolu	Przed rozpoczęciem modernizacji linii kolejowej	3	4	9	108
3	Niewłaściwe zaprojektowanie publicznej drogi dojazdowej do przejazdu kolejowo drogowego	Poważny wypadek kolejowy, szkody kolejowe	Zgodność z rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi	5	5	8	200	Przeprowadzenie skutecznej konsultacji dokumentacji projektowej z projektantem i zarządcą drogi publicznej	Dyrektor Zakładu Linii Kolejowych w Opolu	Przed rozpoczęciem modernizacji linii kolejowej	3	5	8	120

Źródło: opracowanie własne

III.3. Wycena ryzyka

W toku wyceny ryzyka, zarządca infrastruktury mógłby się natomiast kierować następującymi zasadami dotyczącymi poziomu Numeru Priorytetu Ryzyka (RPN):

- RPN (0-23) – ryzyko dopuszczalne pomijalne; niewymagany zwiększony nadzór,
- RPN (24-63) – ryzyko dopuszczalne akceptowalne; wymagany zwiększony nadzór,
- RPN (64-124) – ryzyko dopuszczalne; wymagany zwiększony nadzór,
- RPN (125-179) – ryzyko tolerowalne; należy określić dodatkowe środki kontroli ryzyka i wprowadzić je w ramach działań zapobiegawczych,
- RPN (180-1000) – ryzyko nieakceptowalne; zaprzestanie prowadzenia prac lub prowadzenie natychmiastowych działań korygujących i zapobiegawczych.

III.4. Przyjęcie środków kontroli ryzyka

Uwzględniając przebieg zdarzenia oraz wyniki identyfikacji i oceny ryzyka, proponuje się w przyszłości podjęcie następujących środków kontroli ryzyka:

- 1) Dokonanie pomiarów geodezyjnych przejazdu kolejowo-drogowego i uwzględnienie w projekcie konieczności przebudowania publicznej drogi dojazdowej do przejazdu,
- 2) Uzgodnienie zmienionego projektu przebudowy przejazdu z ZOPI (Zespół Oceny Projektów Inwestycyjnych),
- 3) Przeprowadzenie skutecznej konsultacji dokumentacji projektowej z projektantem i zarządcą drogi publicznej.

Wdrożenie tych środków spowodowałyby obniżenie poziomu ryzyka (liczby RPN) do poziomu ryzyka akceptowalnego, gdzie wymagany byłoby jedynie ciągły nadzór w ramach SMS zarządcy infrastruktury. Wymienione środki bezpieczeństwa doprowadziłyby zatem do zarządzania ryzykiem na interfejsie pomiędzy podsystemem strukturalnym Infrastruktura a podsystemem funkcjonalnym Ruch kolejowy oraz na styku systemu kolei oraz systemu transportu drogowego.

IV. Ocena ryzyka

Wyniki szacowania ryzyka zamieszczone w Tabeli 18 pokazują, że poziom całkowitego ryzyka RPN osiągnął wartość większą niż 180, co jest ryzykiem nieakceptowalnym i implikuje podjęcie decyzji o zaprzestaniu prac lub wprowadzeniu natychmiast działań korygujących i zapobiegawczych. Wprowadzenie takich działań doprowadziłoby do zmniejszenia poziomu całkowitego ryzyka RPN do wartości nie większej niż 120, co gwarantowałoby osiągnięcie poziomu ryzyka dopuszczalnego.

Tym samym, środki bezpieczeństwa (zastosowane obowiązkowo w autorskim modelu oceny ryzyka) zapobiegłyby powstaniu okoliczności, które doprowadziły do wypadku kolejowego. Środki bezpieczeństwa nie miałyby wpływu na decyzję kierowcy pojazdu drogowego o złamaniu przepisów ustawy o ruchu drogowym jednak doprowadziłyby do sytuacji, że pojazd drogowy mógłby swobodnie opuścić przejazd kolejowo – drogowy a ryzyko wystąpienia wypadku zostałoby znacznie zminimalizowane.

V. Wnioski i rekomendacje

Zastosowanie autorskiego modelu oceny ryzyka, zobowiązującego do przeprowadzenia oceny ryzyka wszystkich zmian eksploatacyjnych i holistycznego podejścia do uwzględniania aspektów technicznych, eksploatacyjnych i organizacyjnych byłoby tym bardziej wskazane w omawianym przypadku. Istotne jest bowiem w tym kontekście, że brak przeprowadzenia procesu zarządzania ryzykiem w przypadku modernizacji ww. przejazdu nie został dokonany pomimo wystąpienia na przedmiotowym przejeździe dwóch zdarzeń kategorii B20 tj.

1. dnia 11 lipca 2005 r. pod pociąg nr 64004 relacji Opole Główne – Częstochowa prowadzony przez EN57-859 wjechał motorowerzysta ponosząc śmierć na miejscu,
2. dnia 06 września 2008 r. kierujący samochodem osobowym wjechał pod nadjeżdżający pociąg. W wyniku tego wypadku dwie osoby poniosły śmierć na miejscu.

6. Podsumowanie i wnioski

6.1 Wnioski

W pracy podjęto temat oceny ryzyka w transporcie kolejowym mając na uwadze wdrażanie interoperacyjności systemu kolei w Polsce, stawiając sobie za cel opracowanie modelu oceny ryzyka. Proces wdrażania interoperacyjności systemu kolejowego UE rozpoczął się w 2001 roku wraz z wprowadzeniem do realizacji Pierwszego Pakietu Kolejowego i pomimo, że w chwili obecnej wdrożone w Polsce są już reformy zawarte w Czwartym Pakiecie Kolejowym, to wyzwania związane z procesem oceny ryzyka w sytuacji dostosowania polskiego systemu kolei do wymagań interoperacyjności pozostają w dalszym ciągu istotne. Stworzenie narzędzia umożliwiającego bieżącą ocenę ryzyka związaną z tymi zmianami jest więc zagadnieniem aktualnym i ważnym, mając na uwadze bezpieczeństwo realizowanych przewozów.

Analiza problemu oraz doświadczenia zawodowe autora rozprawy pozwoliły na opracowanie autorskiego modelu oceny ryzyka w transporcie kolejowym w procesie wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce. Opracowany model jest modelem holistycznym w którym uwzględniono podmioty biorące udział w procesie wdrażania interoperacyjności mając na uwadze różnorodność aspektów związanych z tym procesem a także już na etapie samego procesu oceny ryzyka wykorzystano pełny cykl działań wynikający z dyrektyw UE dotyczących wdrażania interoperacyjności.

Główny cel pracy podzielono na dwa cele cząstkowe:

1. Cel poznawczy, realizacja którego pozwoliła na ocenę wykorzystywanych obecnie w transporcie kolejowym modeli oceny ryzyka, analizę istniejących interfejsów pomiędzy podsystemami strukturalnymi i funkcjonalnymi na granicy których może dochodzić do występowania zagrożeń oraz odpowiedzieć na pytanie: w jaki sposób kompleksowo oceniać ryzyko w systemie kolei?
2. Cel użyteczny którego założeniem było opracowanie modelu oceny ryzyka w transporcie kolejowym, uwzględniającego aspekty techniczne, eksploatacyjne i organizacyjne, który pozwoli na utrzymanie stanu bezpieczeństwa na akceptowalnym poziomie w systemie kolei, podlegającym zmianom związanym z wdrażaniem interoperacyjności.

Przeprowadzony w pracy przegląd literatury pokazał, że brak jest w literaturze prac traktujących o podejściu metodologicznym do tak sformułowanego celu pracy oraz brak jest modelu pozwalającego na prowadzenie ocen ryzyka w sytuacjach związanych z wdrażaniem interoperacyjności. Realizacja celu pracy wymagała przeprowadzenia szeregu prac badawczych takich jak:

- Analiza działań (czynności) w procesie transportowym związanych problematyką interoperacyjności,
- Identyfikacja uczestników realizacji procesu transportowego i ich zadania (ocena ryzyk związanych z działaniami),
- Identyfikacja źródeł ryzyka na poziomie realizacji zadań przez poszczególnych uczestników oraz metod stosowanych przez nich w procesie ocen ryzyka,
- Analiza wprowadzania interoperacyjności w warunkach polskich (identyfikacja źródeł ryzyk), przyjęcie technik (wybór z istniejących metod ilościowych i jakościowych),
- Przegląd i ocena technik (np. diagram Ishikawy, metoda FMEA, metoda drzewa zdarzeń i drzewa błędów) adekwatnych dla zadań wykonywanych przez poszczególne podmioty w procesie transportowym mając na uwadze ocenę ryzyka,
- Wskazanie zagrożeń dla wprowadzanych zmian w wyniku wdrażania interoperacyjności.

Ponadto praca zawiera: opis i analizę stanu aktualnego wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce, przegląd i analizę stosowanych metod oceny ryzyka w transporcie kolejowym, omówienie rodzajów zmian w systemie kolei w Unii Europejskiej mając na uwadze Wspólne Metody Oceny Bezpieczeństwa oraz rozważania dotyczące zasad stosowania oceny ryzyka w procesie wdrażania interoperacyjności przez poszczególnych uczestników procesu transportowego.

Opracowany model oceny ryzyka uwzględniający udział w realizacji procesu transportowego i wprowadzania interoperacyjności wielu podmiotów (przewoźnicy, zarządcy infrastruktury, podmioty odpowiedzialne za utrzymanie pojazdów kolejowych, producenci wyrobów kolejowych), poddany został weryfikacji i wykorzystany w trakcie oceny ryzyka w przypadku wystąpienia zagrożeń generowanych w procesie wprowadzania zmian, przez wybrane przykładowe podmioty będące uczestnikami systemu kolei.

Cel pracy został zrealizowany. Zaproponowana metoda oceny ryzyka jest metodą wieloaspektową uwzględniającą: aspekty techniczne, eksploatacyjne i organizacyjne, interfejs między podsystemami strukturalnymi i funkcjonalnymi, problematykę wdrażania interoperacyjności, złożoność procesu oceny ryzyka oraz wielopodmiotowość występującą w systemie transportowym.

Opracowany model może być wykorzystywany przez wszystkie podmioty biorące udział w realizacji procesu transportowego podczas wprowadzania zmian w systemie kolei a także przez Prezesa UTK w działaniach nadzorczych i przez Jednostki Oceniające (AsBo) w działaniach inspekcyjnych związanych z oceną adekwatności zastosowanego procesu zarządzania ryzykiem, poprzez weryfikację i potwierdzenie czy proces zarządzania ryzykiem przeprowadzony został prawidłowo i kompleksowo.

6.2 Kierunki dalszych badań

Uzyskane w rozprawie wyniki mają wieloraki charakter. Poszerzają dotychczasową wiedzę w zakresie procesu interoperacyjności kolei w warunkach polskich mając na uwadze proces oceny ryzyka w przypadku wprowadzania zmian z tym związanych. Zaproponowana struktura modelu i metody prowadzą zarówno do wyników ilościowych jak i jakościowych, przy czym autor zdaje sobie sprawę, że należy w przyszłości dążyć, do uzyskiwania przede wszystkim wyników ilościowych, zwłaszcza w ocenach ryzyka w przypadku wprowadzania zmian mających wpływ na bezpieczeństwo realizacji kolejowego procesu transportowego. Dlatego też autor wiąże kierunek dalszych badań z rozwojem narzędzi, czyli pakietu pozwalającego na komputerową, wielowariantową symulację, dla której zaproponowany w rozprawie model będzie podstawą. Tym niemniej, opracowany model, jak pokazano to na wybranych przykładach, może być wykorzystany do badania zdarzeń zachodzących w przypadku wprowadzania zmian w funkcjonowaniu systemu kolei w Polsce nie tylko związanych z wdrażaniem interoperacyjności kolei.

7. Bibliografia

- [1] Adamska A. (2009) Ryzyko w działalności przedsiębiorstwa – podstawowe zagadnienia, [w:] Fierla A. (red.), Ryzyko w działalności przedsiębiorstw. Wybrane aspekty. Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- [2] Agencja Kolejowa Unii Europejskiej (2008) Przykłady oceny ryzyka i ewentualnych narzędzi pomocniczych do rozporządzenia w sprawie wspólnych metod oceny bezpieczeństwa (CSM). Valenciennes.
- [3] Agencja Kolejowa Unii Europejskiej (2020) Nota objaśniająca w sprawie bezpiecznej integracji ERA 1209/063 W. 1.0. Valenciennes.
- [4] Arena M., Arnaboldi M., Azzone G. (2010) The organizational dynamics of Enterprise Risk Management. *Accounting, Organizations and Society* 35 s. 659-675. Amsterdam.
- [5] Białoń A., Gradowski P., Gryglas M. (2010) Problemy związane z modernizacją linii o małym natężeniu ruchu. *Problemy Kolejnictwa* 2010/150. Warszawa.
- [6] Białoń A., Gradowski P., Gryglas M. (2011) Zarys metody analizy wpływu ERTMS/ETCS na wzrost przepustowości linii kolejowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- [7] Białoń A., Pawlik M. (2014) Bezpieczeństwo i ryzyko na przykładzie urządzeń sterowania ruchem kolejowym. *Problemy kolejnictwa Zeszyt* 163. Warszawa.
- [8] Bizon – Górecka J. (2007) Ryzyko, zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie. Modelowanie struktury systemu zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – ujęcie holistyczne. Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa, Oddział w Bydgoszczy. Bydgoszcz.
- [9] Błaszczewicz D., Szabłowska P. (2018) Wpływ projektów realizowanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. ujętych w Krajowym Programie Kolejowym do roku 2023 na infrastrukturę transportu w Polsce. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 2018/18 s. 800-803. Kraków.
- [10] Chrószcz B. (2007) Analiza i ocena ryzyka zawodowego osób obsługujących systemy maszynowe transportu pionowego w polskich kopalniach węgla kamiennego. Kraków.
- [11] Chruzik K. (2014) Wspólne metody bezpieczeństwa w transporcie kolejowym Europy – teoria i praktyka, *Technika Transportu Szynowego* 9/2014. Radom.
- [12] Chruzik K., Sitarz M. (2010) Zintegrowany System Zarządzania Bezpieczeństwem Transportu Kolejowego w Polsce. Tom III: Czynniki ludzki w profilaktyce na rzecz bezpieczeństwa transportu kolejowego. Katowice.
- [13] Chruzik K., Wachnik R. (2018) Praktyczne zastosowanie procesu oceny znaczenia zmiany i zarządzania ryzykiem, *Technika Transportu Szynowego* 2018/25 s. 34-41. Radom.
- [14] Chudzikiewicz A. (2017) Bezpieczeństwo systemu kolejowego vs uczestniczący w realizacji procesu. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej* 2017/118. Warszawa.
- [15] Chudzikiewicz A., Krzyszkowski A., Stelmach A. (2021) Asymmetric threats in terms of safety of railway systems. *Transport Problems* 16(3) s. 131–140. Katowice.
- [16] Czajkowska K. (2017) Metody identyfikacji ryzyka w zarządzaniu ryzykiem w przedsiębiorstwie. *Journal of Modern Management Process* Nr 1(2)/2017. Kraków.
- [17] Dąbrowa - Bajon M. (2007) Podstawy sterowania ruchem kolejowym. Funkcje, wymagania, zarys techniki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

- [18] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/797 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei w Unii Europejskiej (L 138/44).
- [19] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei (L 138/102).
- [20] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/700 z dnia 25 maja 2020 r. zmieniająca dyrektywy (UE) 2016/797 i (UE) 2016/798 w odniesieniu do przedłużenia okresu ich transpozycji (L 165/27).
- [21] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/49/WE z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych oraz zmieniająca dyrektywę Rady 95/18/WE w sprawie przyznawania licencji przedsiębiorstwom kolejowym, oraz dyrektywę 2001/14/WE w sprawie alokacji zdolności przepustowej infrastruktury kolejowej i pobierania opłat za użytkowanie infrastruktury kolejowej oraz certyfikację w zakresie bezpieczeństwa (2004L0049).
- [22] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie (2008L0057).
- [23] European Union Agency for Railways (2013) Application guide for the design and implementation of a Railway Safety Management System. Developing and improving safety culture in the organisation, s. 26. Valenciennes.
- [24] Findeisen W. (1985) Analiza systemowa, podstawy i metodologia. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- [25] Folejewska A. (2010) Analiza FMEA – zasady, komentarze, arkusze. Wyd. Verlag Dashofer. Warszawa.
- [26] Gamon W. (2016) Analiza wymagań rozporządzenia Komisji (UE) Nr 1078/2012 w zakresie monitorowania systemów SMS i MMS. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, tom 2016/111. Warszawa.
- [27] Garlikowska J., Gondek P. (2017) Metody akceptacji ryzyka w transporcie kolejowym, Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK RP, Oddział w Krakowie Nr 2(113). Kraków.
- [28] Gill A., Kadziński A. (2020) Klasyfikacje środków redukcji ryzyka zagrożeń w warstwowych modelach systemów bezpieczeństwa w transporcie, Logistyka 4/2020. Poznań.
- [29] Gorzeń-Mitka I., Korombel A. (2011) ERM: Zintegrowane zarządzanie ryzykiem. Wybrane problemy teorii i praktyki. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej. Częstochowa.
- [30] <http://static.repubblica.it/iltirreno/viareggio-la-strage-che-viene-da-lontano/pdf/polfer.pdf>. 2021.
- [31] https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/unternehmen/db_netz_ag/wirueberuns-1368710. 2021.
- [32] https://utk.gov.pl/download/1/68141/Deklaracja_w_sprawie_rozwoju_kultury_bezpieczenstwa_w_transporcie_kolejowym_czerwiec2021.pdf.
- [33] <https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/15303,Zastosowanie-rozporzadzenia-4022013-w-praktyce.html>. (2021)
- [34] <https://utk.gov.pl/pl/deklaracja/18392,Deklaracja-w-sprawie-rozwoju-kultury-bezpieczenstwa-w-transporcie-kolejowym.html>. 2021.
- [35] https://www.era.europa.eu/sites/default/files/activities/docs/guide_sms_requirements_en.pdf. 2021.
- [36] ISO GUIDE 73:2009 Risk management — Vocabulary. 2021.

- [37] Jabłoński A., Jabłoński M. (2014) Zarządzanie w nowych regulacjach prawnych i standardach transportu kolejowego. *Infrastruktura Transportu* Nr 2/2014.
- [38] Jabłoński A., Jabłoński M. (2018) Mechanizmy efektywnego zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym, Wydawnictwo CeDeWu. Warszawa.
- [39] Jacyna M., Szaciłło L. (2017) Wybrane aspekty zarządzania ryzykiem w transporcie kolejowym. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej* 2017/119 s. 163-178. Warszawa.
- [40] Jajuga K. (2007) Zarządzanie ryzykiem. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [41] Jakubowski R. (2012) Techniczne specyfikacje interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” jako podstawa zmian w przepisach PKP, *Problemy Kolejnictwa* 2012/157. Warszawa.
- [42] Jedynak M., Młynarski St., Sowa A. (2015) Ryzyko i jego miary w transporcie kolejowym, *Logistyka* 6/2015. Poznań.
- [43] Kletz A. T. (1999) HAZOP and HAZAN - Identifying and Assessing Process Industry Hazards. Institute of Chemical Engineers, CRC Press. Boca Raton.
- [44] Kochan A. (2021) Cyberbezpieczeństwo systemów sterowania ruchem kolejowym, *Inżynier Budownictwa* 2021/1 s. 71-75. Warszawa.
- [45] Koziak S., Chudzikiewicz A. (2015) Badania pojazdu kolejowego jako element dopuszczenia do eksploatacji w interoperacyjnym systemie kolei konwencjonalnej [w:] *Niezawodność systemów technicznych: materiały XLIII Zimowej Szkoły Niezawodności*. Warszawa.
- [46] Krystek R. (2010) Zintegrowany system bezpieczeństwa transportu. Tom II. Uwarunkowania rozwoju integracji systemów bezpieczeństwa transportu. Warszawa.
- [47] Kumpiałowska A. (2011) Skuteczne zarządzanie ryzykiem a kontrola zarządcza w sektorze publicznym. C.H. Beck. Warszawa.
- [48] Lappalainen J. (2017) Overcomming Obstacles to implementing SMS, Draft Discussion Paper, Prepared for the Roundtable on Safety Management Systems, 23-24 March 2017. Paryż. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/implementing-sms-overcoming-obstacles.pdf> (2022).
- [49] Mainka J. (2009) Czym jest Just Culture? Latajmy bezpiecznie, *PLAR* 3/2009. Warszawa.
- [50] Mańka A. (2014) Analiza ryzyka w transporcie szynowym – metoda FMEA i dobre praktyki jej stosowania. *Logistyka*. 2014/6 s. 7058–7067. Poznań.
- [51] Mańka A., Wachnik R. (2010) Analiza ryzyka technicznego pojazdów kolejowych. *Journal of KONBIN* No. 2, 3 (14, 15) s. 351-359. Warszawa.
- [52] Marcinkowski B. (2016) Korzyści zintegrowanego systemu zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. Poznań.
- [53] Ministerstwo Finansów, Bentley Jennison (2008) Zarządzanie ryzykiem w sektorze publicznym. Podręcznik zarządzania ryzykiem w administracji publicznej w Polsce. Warszawa.
- [54] Ministerstwo Infrastruktury (2020) Sprawozdanie z wykonania planu realizacji Krajowego Programu Kolejowego do 2023 roku za rok 2020. Warszawa.
- [55] Ministerstwo Infrastruktury (2019) Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 roku. Warszawa.

- [56] Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa (2016) Sprawozdanie z wykonania w 2015 roku Wieloletniego Programu Inwestycji Kolejowych do roku 2015 z perspektywą do roku 2020. Warszawa.
- [57] Moeller, R. (2007) COSO Enterprise Risk Management: Understanding the New Integrated ERM Framework. John Wiley & Sons. Hoboken.
- [58] Office of Rail Regulation (2015) Common Safety Method for risk evaluation and assessment Guidance on the application of Commission Regulation (EU) 402/2013. Londyn.
- [59] Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych (2018) Raport Nr PKBWK/05/2018 z badania poważnego wypadku kat. A18 zaistniałego w dniu 2 listopada 2017 r. o godz. 18:49 na przejeździe kolejowo drogowym kat. „A” z zawieszoną obsługą, usytuowanym w km 37,119 szlaku Śniadowo Łapy, w torze szlakowym nr 1, linii kolejowej nr 36: Ostrołęka Łapy. Warszawa.
- [60] Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych (2018) Raport Nr PKBWK/2/2018 z badania poważnego wypadku kat. A20 zaistniałego w dniu 7 kwietnia 2017 r. o godz. 15:11 na przejeździe kolejowo drogowym kat. C zlokalizowanym na szlaku jednotorowym w km 56,977, linii kolejowej nr 144 Tarnowskie Góry Opole. Warszawa.
- [61] Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych (2019) Raport Nr PKBWK/07/2019 z badania wypadku kategorii B11 zaistniałego w dniu 17 marca 2019 r. o godzinie 21:49 szlak Taczanów - Pleszew, tor nr 1, w km 107,985 linii kolejowej nr 272 Kluczbork – Poznań Główny. Warszawa.
- [62] Pawlik M. (2017) Wprowadzenie do zagadnień interoperacyjności kolei. [w:] Interoperacyjność Systemu Kolei Unii Europejskiej. II wydanie. Wydawnictwo KOW. Warszawa.
- [63] Pawlik M. (2018) Interoperacyjność Kolei – Bariera czy szansa dla kolei w Polsce? Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK RP Oddział w Krakowie 2018, Nr 2(116). Kraków.
- [64] Pawlik M. (2019) Referencyjny model funkcjonalny wspierania bezpieczeństwa i ochrony transportu kolejowego przez systemy z transmisją danych, Publikacja Instytutu Kolejnictwa. Warszawa.
- [65] PN-EN 31010:2020-01 Zarządzanie ryzykiem – Techniki oceny ryzyka. 2020.
- [66] PN-EN 50126-1:2018-02 Zastosowania kolejowe – Specyfikacja niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa. 2018.
- [67] PN-EN 50129:2019-1 Zastosowania kolejowe - Łączność, sygnalizacja i systemy sterowania - Elektroniczne systemy sygnalizacji związane z bezpieczeństwem. 2019.
- [68] PN-EN IEC 60812:2018-12 Analiza rodzajów i skutków uszkodzeń (FMEA i FMECA). 2018.
- [69] Polskie Centrum Akredytacji, DAK-08, Wydanie 3. (2021). Akredytacja jednostek inspekcyjnych w obszarze działań objętych Rozporządzeniem Wykonawczym Komisji (UE) Nr 402/2013. Warszawa.
- [70] Przetacznik S. (2017) Charakterystyka systemów zarządzania ryzykiem stosowanych przez największe spółki giełdowe w Polsce. Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej - Zarządzanie Nr 28/2. Częstochowa.
- [71] Raczyński J. (2003) Prawo i Finanse, ABC prawa unijnego w transporcie (4), Dyrektywy o interoperacyjności kolei. Technika Transportu Szynowego 2003/10 s. 45-49. Radom.

- [72] Rada Ministrów (2015) Uchwała Nr 162/2015 z dnia 15 września 2015 r. w sprawie ustanowienia Krajowego Programu Kolejowego do 2023 roku (RM-111-165-15).
- [73] Railtrack (2012) Railway Safety and Standards Board, Engineering Safety Management (The Yellow Book). Londyn.
- [74] Railway Business Forum (2019) Biała Księga Bezpieczeństwo kolejowe – podejście systemowe 2016-2019. Warszawa.
- [75] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 20 października 2015 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych oraz bocznic kolejowych z drogami i ich usytuowanie. (Dz.U. 2015 poz. 1744).
- [76] Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) 2018/762 z dnia 8 marca 2018 r. ustanawiające wspólne metody oceny bezpieczeństwa w odniesieniu do wymogów dotyczących systemu zarządzania bezpieczeństwem na podstawie dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 oraz uchylające rozporządzenia Komisji (UE) nr 1158/2010 i (UE) nr 1169/20102 (L 129/26).
- [77] Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 1078/2012 z dnia 16 listopada 2012 r. w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w odniesieniu do monitorowania, która ma być stosowana przez przedsiębiorstwa kolejowe i zarządców infrastruktury po otrzymaniu certyfikatu bezpieczeństwa lub autoryzacji bezpieczeństwa oraz przez podmioty odpowiedzialne za utrzymanie (L 320/8).
- [78] Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 445/2011 z dnia 10 maja 2011 r. w sprawie systemu certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie w zakresie obejmującym wagony towarowe oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 653/2007 (L 122/22).
- [79] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 16 marca 2016 r. w sprawie poważnych wypadków, wypadków i incydentów w transporcie kolejowym. (Dz.U. 2016 poz. 369).
- [80] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych (Dz.U. 2014 poz. 720).
- [81] Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2019/779 z dnia 16 maja 2019 r. ustanawiające szczegółowe przepisy dotyczące systemu certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie pojazdów zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 oraz uchylające rozporządzenie Komisji (UE) nr 445/2011 (L 139 I/360).
- [82] 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 (L 121/8).
- [83] Rozporządzenie Wykonawcze Komisji UE Nr 2018/763 z dnia 9 kwietnia 2018 r. ustanawiające praktyczne zasady wydawania jednolitych certyfikatów bezpieczeństwa przedsiębiorstwom kolejowym na podstawie dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 oraz uchylające rozporządzenie Komisji (WE) nr 653/2007 (Tekst mający znaczenie dla EOG (L 129/49).
- [84] Sitarz M. (2009) Zintegrowany System Zarządzania Bezpieczeństwem - Tom II: Teoria i Praktyka. Katowice.
- [85] Sitarz M., Chruzik K., Wachnik R. (2011) Zintegrowany system zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym. Cz. 8. Ocena ryzyka. Technika Transportu Szynowego 2011/18 s. 89-93. Radom.

- [86] Sitarz M., Chruzik K., Wachnik R., Graboń M. (2014) Ocena ryzyka operacyjnego oraz monitorowanie pojazdów kolejowych. *Technika Transportu Szynowego* 2014/10 s. 12–15. Radom.
- [87] Sitarz M., Chruzik K. (2019) An approach to the legal requirements regarding railway transport safety monitoring in the European union. *Transport*, 34 (2), 163-174. Wilno.
- [88] Sitarz M., Mańka A., Mańka I. (2011) RAMS jako podstawa zapewnienia bezpieczeństwa i jakości wyrobów w transporcie kolejowym, *Technika Transportu Szynowego* 2011/18 s. 66-68. Radom.
- [89] Skorupski J. (2018) Ilościowe metody analizy incydentów w ruchu lotniczym, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa.
- [90] Skorupski J., Stelmach A., Malarski M., (2006) Air traffic safety investigation problem, [w:] *Safety and Reliability for Managing Risk / Soares Guedes, Zio Enrico (red.)*, Taylor & Francis/Balkema. Warszawa.
- [91] Smoczyński P. (2018) Zarządzanie ryzykiem zagrożeń generowanych podczas eksploatacji infrastruktury kolejowej. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Poznań.
- [92] Stelmach A., Góra I., Zięba M. (2022) Stosowanie metod oceny ryzyka w transporcie kolejowym. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport*. Warszawa.
- [93] Szkopiński J. (2014), The certain approach to the assessment of interoperability of railway lines. *Archives of Transport* 2014 vol.29. Warszawa.
- [94] Szkopiński J. (2015), Model oceny dostosowania linii kolejowych do wymagań interoperacyjności. Warszawa.
- [95] Szkopiński J., Jacyna M. (2014) The railway system transportation – implementation of the interoperability requirements on the rail network. *Journal of KONES Powertrain and Transport*. Vol. 21, No. 4 2014. Warszawa.
- [96] Szmel D., Wawrzyniak D. (2017) Zastosowanie metody FMEA w projektach sterowania ruchem kolejowym. *Journal of Konbin* 2017/42(1) s. 93–110. Warszawa.
- [97] Traktat o Funkcjonowaniu Unii Europejskiej - tekst skonsolidowany uwzględniający zmiany wprowadzone Traktatem z Lizbony (C 326/47).
- [98] TÜV Rheinland Consulting GmbH (2013) Neue Generation Signaltechnik. Sektorweite Initiative zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit der Leit- und Sicherungstechnik Teilbericht: AP 2100 - Signifikanzbewertung von Änderungen an technischen Systemen auf Grundlage Ausfallfolgen - Unsicherheits-Matrix. Berlin. <https://projekte.fir.de/negst/sites/projekte.fir.de.ne>.
- [99] UNIFE/IRIS Certification (2016) Raport pod tytułem: “IRIS 10th Anniversary” <http://www.unife.org/component/attachments/attachments.html?id=661&task=download>. (2022)
- [100] Urząd Transportu Kolejowego (2014) Ekspertyza dotycząca praktycznego stosowania przez podmioty sektora kolejowego wymagań wspólnej metody bezpieczeństwa w zakresie oceny ryzyka (CSM RA) opracowana w formie przewodnika. Warszawa.
- [101] Urząd Transportu Kolejowego (2014) Ekspertyza dotycząca praktycznego stosowania przez podmioty sektora kolejowego wymagań metody oceny bezpieczeństwa w zakresie monitorowania (CSM M) opracowana w formie przewodnika. Warszawa.
- [102] Urząd Transportu Kolejowego (2020) Raport w sprawie bezpieczeństwa za 2019 rok. Warszawa.
- [103] Urząd Transportu Kolejowego (2021) Plan działania na rzecz poprawy podejścia do zarządzania bezpieczeństwem opartego na ryzyku. Warszawa.

- [104] Urząd Transportu Kolejowego (2021) Sprawozdanie ze stanu bezpieczeństwa ruchu kolejowego za 2020 r. Warszawa.
- [105] Urząd Transportu Kolejowego (2021) Utrzymanie a zarządzanie zmianami pojazdu kolejowego – Poradnik. Warszawa.
- [106] Urząd Transportu Kolejowego (2022) Ekspertyza dotycząca określenia katalogu funkcji i osiągnięć wybranych części pojazdów kolejowych na potrzeby zarządzania konfiguracją pojazdów kolejowych w zakresie wymiany w ramach utrzymania. Warszawa.
- [107] Urząd Transportu Kolejowego, Prezentacja w ramach Akademii Bezpieczeństwa Kolejowego - Wprowadzenie do tematyki oceny znaczenia zmiany, <https://akademia.utk.gov.pl/files/31d92e4527dc3892d00c2498271b295f.pdf>.
- [108] Ustawa z 23 marca 2008 r. o transporcie kolejowym (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 1984.).
- [109] Ustawa z dnia 8 września 2000 r. o komercjalizacji i restrukturyzacji przedsiębiorstwa państwowego „Polskie Koleje Państwowe” (Dz.U. 2000 nr 84 poz. 948).
- [110] Wróblewski D. (2018) Zarządzanie ryzykiem – przegląd wybranych metodyk. Wydanie rozszerzone. Warszawa.
- [111] Wyraz E., Szkoła M. (2017) Wymagania formalno-prawne oceny ryzyka w transporcie kolejowym. Autobusy Nr 12/2017. Kraków.
- [112] Zalecenie Komisji Europejskiej z dnia 5 grudnia 2014 r. w sprawie kwestii związanych z dopuszczaniem do eksploatacji i użytkowaniem podsystemów strukturalnych i pojazdów na podstawie dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE i 2004/49/WE (L 355/59).
- [113] Zięba M. (2018) Zarządzanie ryzykiem na podstawie rozporządzenia 402/2013 w praktyce - wprowadzenie do tematyki oceny znaczenia zmiany. Warszawa. <https://akademia.utk.gov.pl/files/31d92e4527dc3892d00c2498271b295f.pdf>.
- [114] Zięba M. (2018) Nowe kluczowe rozporządzenia wykonawcze w ramach filaru technicznego IV pakietu kolejowego. Internetowy Kwartalnik Antymonopolowo – Regulacyjny Seria Regulacyjna nr 7(7) 2018 s. 119. Warszawa.
- [115] Zięba M. (2020) Wybrane zagadnienia formalno-prawne związane z implementacją dyrektywy w sprawie interoperacyjności oraz dyrektywy w sprawie bezpieczeństwa. Internetowy Kwartalnik Antymonopolowo – Regulacyjny Seria Regulacyjna nr 8(9) 2020. s. 34. Warszawa.
- [116] Jednostka inspekcyjna (numer certyfikatu akredytacji AK029) (2019) Raport w sprawie oceny bezpieczeństwa dotyczący oceny ryzyka związanego ze zmianą polegającą na zastosowaniu nowego systemu rozładunku w wagonie typu X. Warszawa.

8. Spis tabel i rysunków

Spis Rysunków

Rysunek 1 Zarządzanie bezpieczeństwem w warunkach polskich kolei z uwzględnieniem podmiotów zaangażowanych bezpośrednio w realizację procesu transportowego.....	29
Rysunek 2 Przedstawienie podmiotów biorących udział w procesie wdrażania interoperacyjności oraz powiązania między tymi podmiotami.....	30
Rysunek 3 Pełny cykl działań w procesie oceny ryzyka podczas wdrażania interoperacyjności systemu kolei.....	31
Rysunek 4 Struktura modelu oceny ryzyka w transporcie kolejowym w procesie wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce.....	32
Rysunek 5 Proces oceny ryzyka	39
Rysunek 6 Relacja pomiędzy pojęciami „Zagrożenie” oraz „Ryzyko”	40
Rysunek 7 Ewolucja w podejściu do zarządzania ryzykiem.....	47
Rysunek 8 Powiązanie procesu monitorowania z oceną ryzyka.....	51
Rysunek 9 Kolejne etapy ciągłej analizy ryzyka	54
Rysunek 10 Proces monitorowania w oparciu o rozporządzenie 1078/2012.....	59
Rysunek 11 Przykład macierzy ryzyka - opracowanie na podstawie	72
Rysunek 12 Przykładowa matryca ryzyka	74
Rysunek 13 Miernik wypadków w latach 2008 – 2020.....	84
Rysunek 14. Liczba zmian znaczących w podziale na charakter zmiany	95
Rysunek 15 Udział poszczególnych rodzajów zmian znaczących wprowadzonych w systemie kolejowym w 2019 r.....	97
Rysunek 16 Struktura modelu oceny ryzyka w transporcie kolejowym w procesie wdrażania interoperacyjności systemu kolei w Polsce.....	129

Spis Tabel

Tabela 1. Tabela do identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka metodą FMEA	71
Tabela 2. Miernik wypadków za lata 2008 – 2020	84
Tabela 3. Klasyfikacja ryzyk.....	86
Tabela 4. Matryca ryzyka z przypisaniem możliwych wartości ryzyka	89
Tabela 5. Matryca stosowana w procesie oceny znaczenia zmiany.....	92
Tabela 6. Procesy realizowane przez przewoźników kolejowych	98
Tabela 7. Kryteria dla SMS przewoźników kolejowych.....	99
Tabela 8. Najważniejsze zagrożenia identyfikowane przez przewoźników w rejestrze zagrożeń	101
Tabela 9. Procesy realizowane przez zarządców infrastruktury kolejowej.....	106
Tabela 10 Procesy realizowane przez podmioty odpowiedzialne za utrzymanie (ECM).....	114
Tabela 11. Techniki i ich przydatność w procesie oceny ryzyka.....	135
Tabela 12. Zidentyfikowane zagrożenia w danej sytuacji	141
Tabela 13. Ocena ryzyka przeprowadzona metodą FMEA, obrazująca prawidłowy proces oceny ryzyka wraz z propozycjami dodatkowych środków bezpieczeństwa.....	143
Tabela 14. Rejestr zagrożeń przewoźnika uwzględniający wyniki pełnej oceny ryzyka	146
Tabela 16. Zidentyfikowane zagrożenia w danej sytuacji	150
Tabela 17. Ocena ryzyka przeprowadzona metodą FMEA, obrazująca prawidłowy proces oceny ryzyka wraz z propozycjami dodatkowych środków bezpieczeństwa.....	152
Tabela 18. Ocena ryzyka przeprowadzona metodą FMEA, obrazująca prawidłowy proces oceny ryzyka wraz z propozycjami dodatkowych środków bezpieczeństwa.....	158