



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ I TRANSPORTU

ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr Magdalena HELAK

**MODELE ZMIANY I OCENY ZMIANY
DO ZASTOSOWAŃ W ZARZĄDZANIU
BEZPIECZEŃSTWEM SYSTEMU
KOLEJOWEGO**

Promotor: dr hab. inż. Adam KADZIŃSKI

Promotor pomocniczy: dr inż. Piotr SMOCZYŃSKI

Poznań 2022

Recenzenci rozprawy powołani w Politechnice Poznańskiej przez Radę Dyscypliny
Inżynieria Lądowa i Transport:

.....

.....

Opracowanie komputerowe:

mgr Magdalena HELAK

SPIS TREŚCI

Streszczenie	5
Summary	7
Streszczenie graficzne	9
Wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń	11
1. WSTĘP	15
2. PROBLEMATYKA BADAWCZA ROZPRAWY	18
2.1. Geneza problematyki badawczej	18
2.2. Przegląd obecnego stanu wiedzy	21
2.2.1. Uwagi wstępne	21
2.2.2. Zmiany w procesach produkcji	22
2.2.3. Opór wobec wprowadzania zmian	24
2.2.4. Rola lidera organizacji w trakcie wprowadzania zmian	25
2.2.5. Kierowanie wprowadzaniem zmian z zewnątrz organizacji	26
2.2.6. Zarządzanie zmianami	27
2.3. Wskazanie luki poznawczej i badawczej	30
2.4. Cel i zadania badawcze oraz teza rozprawy	33
2.5. Zakres rozprawy	34
3. DOTYCHCZASOWE UWARUNKOWANIA WPROWADZANIA ZMIAN DO ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM W SYSTEMACH KOLEJOWYCH	36
3.1. Wprowadzenie	36
3.2. Zarządzanie bezpieczeństwem systemów kolejowych	36
3.2.1. Uwagi wstępne	36
3.2.2. Ogólna idea systemów zarządzania bezpieczeństwem	37
3.2.3. Wybrane odniesienia literaturowe do elementów systemów zarządzania bezpieczeństwem	40
3.3. Uwarunkowania wprowadzania zmian w systemach kolejowych	44
3.3.1. Uwagi wstępne	44
3.3.2. Zasady oceny zmian dedykowane systemom kolejowym	44
3.3.3. Wpływ interpretacji pojęć na oceny zmian znaczących	46
3.3.4. Stan wprowadzania zmian w systemach kolejowych UE	49
3.4. Podsumowanie	52
4. MODELOWANIE ZMIANY DO ZASTOSOWAŃ TECHNICZNYCH ..	53
4.1. Wprowadzenie	53
4.2. Modelowanie zmiany w uogólnionym systemie technicznym	54
4.2.1. Uogólniony system techniczny	54
4.2.2. Uogólniony model zmiany w systemie technicznym	56
4.2.3. Uogólniony model wdrażania zmiany w systemie technicznym	59

4.3. Modelowanie zmiany w systemie kolejowym	61
4.3.1. System kolejowy	61
4.3.2. Model zmiany w systemie kolejowym	64
4.3.3. Model wdrażania zmiany w systemie kolejowym	65
4.3.4. Model oceny zmiany w systemie kolejowym	69
4.4. Podsumowanie	74
5. ZASTOSOWANIA MODELI ZMIANY I OCENY ZMIANY W ZARZĄDZANIU BEZPIECZEŃSTWEM SYSTEMU KOLEJOWEGO	75
5.1. Wprowadzenie	75
5.2. Zastosowanie modeli zmiany i oceny zmiany w systemie sterowanie – urządzenia przytorowe systemu kolejowego	75
5.2.1. Wskazywanie obszaru analiz systemu kolejowego do wdrożenia zmiany	75
5.2.2. Wdrażanie zmiany we wskazanym obszarze analiz systemu kolejowego	76
5.2.3. Implementowanie zmienionego obszaru analiz w systemie kolejowym	95
5.3. Zastosowanie modelu oceny zmiany w systemie infrastruktura systemu kolejowego	96
5.3.1. Uwagi wstępne	96
5.3.2. Raport z oceny zmiany w systemie kolejowym	98
5.4. Podsumowanie	104
6. ZAKOŃCZENIE	105
6.1. Osiągnięcia rozprawy	105
6.2. Uwagi i wnioski	108
6.3. Propozycje dalszych badań	110
LITERATURA	111
ZAŁĄCZNIK Z. BAZA POJĘĆ ROZPRAWY	131
Z.1. Pojęcia dotyczące systemu kolejowego	131
Z.2. Pojęcia dotyczące modelowania	134
Z.3. Pojęcia dotyczące zarządzania bezpieczeństwem i zarządzania ryzykiem zagrożeń	135

MODELE ZMIANY I OCENY ZMIANY DO ZASTOSOWAŃ W ZARZĄDZANIU BEZPIECZEŃSTWEM SYSTEMU KOLEJOWEGO

Streszczenie

Rozprawa dotyczy narzędzi wspomagających proces ich stosowania zorientowany na skuteczne uzyskiwanie pożądaných efektów w systemach zarządzania bezpieczeństwem w ramach systemów technicznych. Narzędziami wspomagającymi systemy zarządzania bezpieczeństwem w utrzymywaniu w systemach technicznych zadeklarowanej polityki bezpieczeństwa i jej celów, jest m.in. model zmiany integrujący kilka modeli w nim zagnieżdżonych. Model zmiany i jego składowe mogą powstawać w procesie modelowania na tle istniejących już modeli systemów technicznych.

Systemem technicznym wybranym w tej rozprawie do szczegółowych rozważań, jest system kolejowy. Jak dotąd, w systemie kolejowym mało wykorzystywano procesy zarządzania zmianą do wspomagania systemów zarządzania bezpieczeństwem. W rozprawie, na tle modelu systemu kolejowego, stworzono autorski model zmiany w systemie kolejowym. W modelu zmiany wyróżniono trzy fazy. Pierwsza faza modelu powołana została do wskazania obszaru analiz w rozpatrywanym systemie. Druga faza modelu zmiany przewidziana jest do procedowania wdrażania zmiany w wyznaczonej domenie zawierającej się we wskazanym wcześniej obszarze analiz. W modelu zmiany wprowadzanej w systemie kolejowym przewidziano pięć etapów jej wdrażania. Najważniejszym etapem wdrażania zmiany jest etap zarządzania oceną zmiany. Kluczowe procesy etapu zarządzania oceną zmiany realizowane są w tej rozprawie w ramach autorskiego modelu oceny zmiany. W modelu oceny zmiany, wykorzystując osiągnięcia twórców metod zarządzania ryzykiem zagrożeń, ocenia się wpływ zagrożeń zidentyfikowanych w domenie systemu kolejowego na stan „bezpieczeństwo” tej domeny. W finalnym kroku algorytmu modelu oceny zmiany wyznacza się zdolność domeny do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo”, a na tej podstawie wartość wskaźnika akceptacji zmiany. Trzecią fazę modelu zmiany powołano do implementowania zmienionego obszaru analiz w systemie kolejowym.

Weryfikację możliwości zastosowań stworzonego modelu zmiany i jego składowych, do zarządzania bezpieczeństwem na wybranych poziomach dekompozycji systemu kolejowego, przeprowadzono w obszarach analiz związanych głównie z systemem sterowanie – urządzenia przytorowe oraz z systemem infrastruktura.

Jednym z rezultatów rozprawy jest uzyskanie potwierdzenia tezy, że opracowany model zmiany i jego składowe są nowymi użytecznymi narzędziami do wspomagania uzyskiwania pożądaných efektów przez systemy zarządzania bezpieczeństwem powoływane w ramach systemu kolejowego.

MODELS OF CHANGE AND EVALUATION OF CHANGE TO USE IN RAILWAY SYSTEM SAFETY MANAGEMENT

Summary

The dissertation concerns tools supporting the process of their application oriented towards effective achievement of the desired results in safety management systems within technical systems. The tools supporting safety management systems in maintaining the declared safety policy and its objectives in technical systems, is, among others, a change model integrating several models nested in it. The model of change and its components may arise in the modelling process on the background of existing technical systems' models.

The technical system chosen in this dissertation for detailed discussion is the railway system. So far, there has been little use of change management processes in the railway system to support safety management systems. In the dissertation, on the background of the model of the railway system, the own, original model of changes in the railway system was created. Three stages were distinguished in the model of change. The first stage was established to indicate the area of analyses in the system considered. The second stage of the change model is intended to proceed the implementation of the change in the designated domain included in the previously indicated area of analysis. There were five stages of introducing the change model in the railway system provided. The most important stage of introducing change is the management of its evaluation. The key processes of the change assessment management stage are implemented in this dissertation within the proprietary change assessment model. In the change assessment model, using the achievements of the creators of risk management methods, the impact of threats identified in the domain of the railway system on the "safety" status of this domain is assessed.

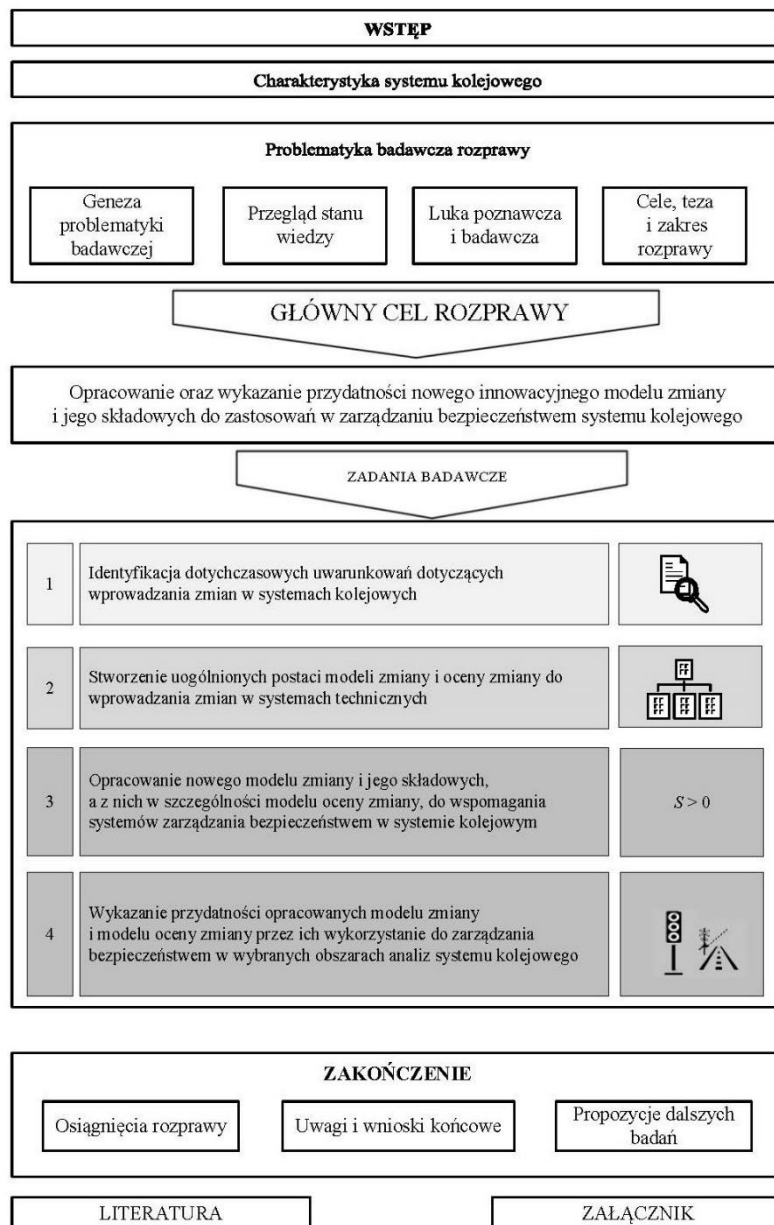
In the final step of the change assessment model algorithm, the ability of the domain to remain in the "safe" state is determined, and on this basis, the value of the change acceptance rate is determined. The third stage of the change model was established to implement the changed area of analyses in the railway system.

The verification of the usage of the created change model and its components for safety management at selected levels of decomposition of the railway system was carried out in the areas of analyzes mainly related to the control system - trackside devices and the infrastructure system.

One of the conclusions of the dissertation is obtaining just confirmation of the thesis that the developed model of change and its components are new useful tools to support the achievement of the desired effects by the safety management systems established within the railway system.

MODELE ZMIANY I OCENY ZMIANY DO ZASTOSOWAŃ W ZARZĄDZANIU BEZPIECZEŃSTWEM SYSTEMU KOLEJOWEGO

Streszczenie graficzne



WYKAZ WAŻNIEJSZYCH SKRÓTÓW I OZNACZEŃ

CSM	–	<i>Common Safety Methods</i> – wspólne metody oceny bezpieczeństwa
CSM RA	–	<i>Common Safety Methods for Risk Assessment and Evaluation</i> – wspólne metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka
CST	–	<i>Common Safety Targets</i> – wspólne wymagania bezpieczeństwa
DSU	–	dokumentacja systemu utrzymania
DTR	–	dokumentacja techniczno-ruchowa
ECM	–	<i>Entity in Charge of Maintenance</i> – podmiot odpowiedzialny za utrzymanie
ERADIS	–	<i>European Railway Agency Database of Interoperability and Safety</i> – baza danych Agencji Kolejowej Unii Europejskiej dotycząca interoperacyjności i bezpieczeństwa
ERTMS	–	<i>European Rail Traffic Management System</i> – europejski system zarządzania ruchem kolejowym
EUAR	–	<i>European Union Agency for Railways</i> – Agencja Kolejowa Unii Europejskiej, dawniej Europejska Agencja Kolejowa
FMEA	–	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i> – analiza rodzajów i skutków uszkodzeń
KE	–	Komisja Europejska
M_LC-Risk	–	model ryzyka dedykowany zagrożeniom generowanym na przejazdach kolejowo-drogowych
MMS	–	<i>Maintenance Management System</i> – system zarządzania utrzymaniem
NSA	–	<i>National Safety Authority</i> – krajowy organ ds. bezpieczeństwa
PK-D	–	oznaczenie domeny (odcinek linii kolejowej z przejazdem kolejowo-drogowym) w obszarze analiz systemu kolejowego
PKP PLK S.A.	–	Polskie Koleje Państwowe Polskie Linie Kolejowe Spółka Akcyjna
RAMS	–	<i>Reliability, Availability, Maintainability, Safety</i> – niezawodność, gotowość (dostępność), podatność utrzymaniowa, bezpieczeństwo
R-WST	–	model ryzyka dedykowany zagrożeniom generowanym w domenie WST (węzeł ze stacją)
SMS	–	<i>Safety Management System</i> – system zarządzania bezpieczeństwem
SRK	–	sterowanie ruchem kolejowym

SSP	–	system samoczynnej sygnalizacji przejazdowej
UE	–	Unia Europejska
UTK	–	Urząd Transportu Kolejowego
WST	–	oznaczenie domeny (węzeł ze stacją) w obszarze analiz systemu kolejowego
A, A_{PK-D}, A_{WST}	–	wskaźnik akceptacji zmiany w domenie / domenie PK-D / domenie WST
K_i	–	i -te kryterium analizy ryzyka zagrożenia
K_{PK-D}	–	skończony zbiór kryteriów analiz ryzyka w model ryzyka dedykowanym zagrożeniom generowanym w domenie PK-D (odcinek linii kolejowej z przejazdem kolejowo-drogowym)
K_{WST}	–	skończony zbiór kryteriów analiz ryzyka w model ryzyka dedykowanym zagrożeniom generowanym w domenie WST (węzeł ze stacją)
n_a	–	liczność zbioru zagrożeń na podstawie stanów domeny po zmianie
n_b	–	liczność zbioru zagrożeń na podstawie stanów domeny przed zmianą
$R(z_k)$	–	całkowite (łączne) ryzyko k -tego zagrożenia
$R_{PK-D}(h_k)$	–	całkowite (łączne) ryzyko k -tego zagrożenia zidentyfikowanego w domenie PK-D
$R_{WST}(z_k)$	–	całkowite (łączne) ryzyko k -tego zagrożenia zidentyfikowanego w domenie WST
$r_i(z_k), r_i(h_k)$	–	ryzyko cząstkowe wynikające z i -tego kryterium analizy ryzyka k -tego zagrożenia
$S(z_k), S(h_k)$	–	wskaźnik wpływu k -tego zagrożenia na stan „bezpieczeństwo” domeny
S, S_{WST}, S_{PK-D}	–	zdolności domeny / domeny WST / domeny PK-D do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo”
v_i	–	miara ważności i -tego kryterium analizy modelu ryzyka
V	–	skończony zbiór ważności kryteriów analizy modelu ryzyka
V_{WST}	–	skończony zbiór ważności kryteriów analizy modelu ryzyka dedykowanego zagrożeniom generowanym w domenie WST
V_{PK-D}	–	skończony zbiór ważności kryteriów analizy modelu ryzyka dedykowanego zagrożeniom generowanym w domenie PK-D
Z	–	skończony zbiór zagrożeń

Z_{PK-D}	– skończony zbiór zagrożeń zidentyfikowanych po zmianie w domenie PK-D obszaru analiz systemu kolejowego
Z_{WST}	– skończony zbiór zagrożeń zidentyfikowanych po zmianie w domenie WST obszaru analiz systemu kolejowego
Ω_i	– zbiór miar poziomów cechy zagrożenia w ramach i -tego kryterium analizy ryzyka
$\omega_i(z_k)$	– poziom miary cechy k -tego zagrożenia w ramach i -tego kryterium analizy ryzyka
$\omega_{i,j}$	– j -ty poziom miary cechy zagrożenia w ramach i -tego kryterium analizy ryzyka

1 WSTĘP

U zarania rozważań filozoficznych, przez myślicieli podejmowane było zagadnienie przemian. W VI wieku p.n.e. Heraklit z Efezu zwykł mawiać, że „Niepodobna wejść dwa razy do tej samej rzeki”. Stanisław Lem – jeden z futurologów XX wieku – w części swojej twórczości potwierdzał myśli wspomnianego już starożytnego filozofa przekonując, iż „O tym, że się jest szczęśliwym, wie się dopiero potem, kiedy to minęło. Człowiek żyje zmianą” [151]. Dużo wcześniej, bo w IV wieku p.n.e., Platon wskazał zaś, że „wszelka zmiana, w czymkolwiek by zachodziła, jest zawsze, wyjąwszy przypadki, gdy mamy do czynienia z czymś złym, rzeczą ogromnie niebezpieczną” [162]. Na konieczność zmiany w działaniu wskazywał Albert Einstein, który twierdził, że „szaleństwem jest wciąż robić to samo i oczekiwać różnych rezultatów”. Autor pracy [40] był zdania, że „... zmiana polega na tym, że byt staje się tym, czym nie był, ale mógł się stać, albo nabywa cechę, przymiot, którego nie posiadał, ale mógł posiadać, przyjąć”. W pracy [40] znaleźć można także stwierdzenie, że „... nic nie jest stałe, nie ma bytów stałych, ponieważ wszystko nieustannie się przemienia, a jedyne co istnieje, to zmiana”.

Rozwój gospodarczy, postęp technologiczny i pojawiające się nowe uwarunkowania prawne, wymuszają wprowadzanie zmian w niektórych organizacjach¹, najczęściej warunkowane zastosowaniem procesów zarządzania bezpieczeństwem tymi organizacjami. Na podstawie pracy [289], wykorzystując zapisy tzw. Yellow Book, przez *zarządzanie bezpieczeństwem organizacji* można rozumieć proces, który polega na zagwarantowaniu takiego stanu rzeczy, aby ryzyko związane z pracami prowadzonymi w organizacji było kontrolowane tak, aby jego poziom był akceptowany. Proces zarządzania bezpieczeństwem realizowany jest w ramach powoływanego w organizacji *systemu zarządzania bezpieczeństwem*. Na podstawie pracy [119], pojęcie *system zarządzania bezpieczeństwem* można rozumieć jako – część systemu zarządzania organizacji, która obejmuje struktury organizacji, planowanie, odpowiedzialność, zasady postępowania, procesy, procedury i zasoby potrzebne do opracowywania, wdrażania, realizowania, monitorowania i utrzymywania zadeklarowanej polityki bezpieczeństwa i jej celów.

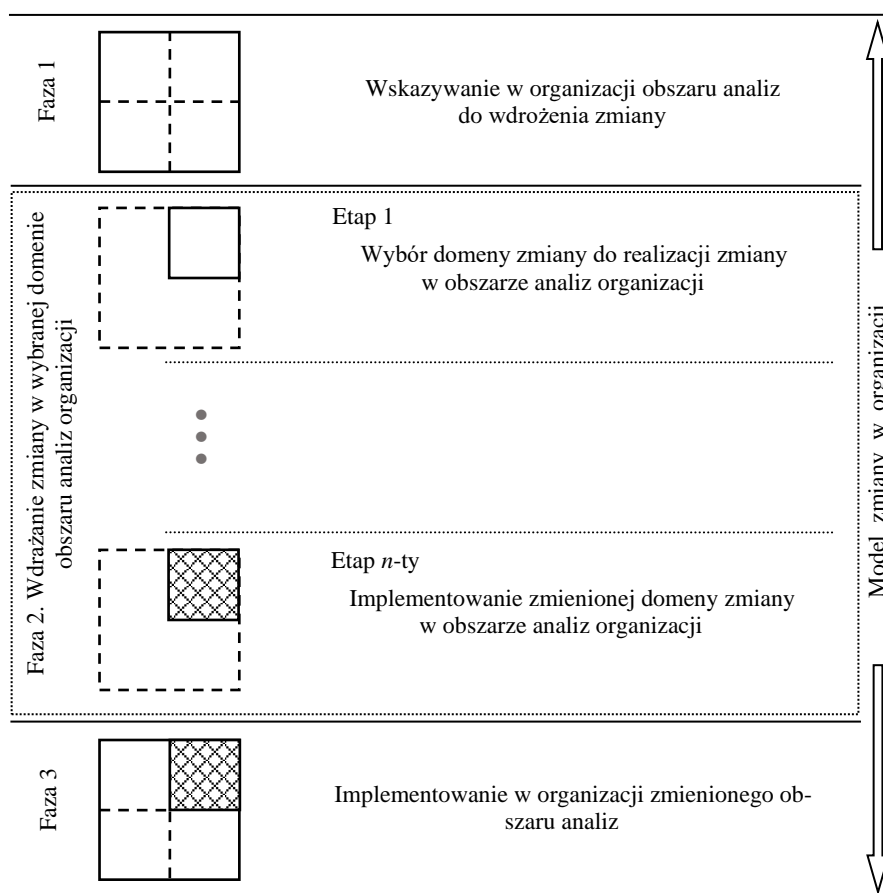
¹ Organizacja (interdyscyplinarne pojęcie związane głównie z takimi obszarami jak zarządzanie, socjologia, psychologia) – jest ustrukturalizowaną, czyli uporządkowaną w pewien sposób całością (systemem) złożoną z czterech podstawowych składowych (podsystemów): 1) celów realizowanych przez organizację i wynikających stąd konkretnych zadań, 2) ludzi wraz z ich indywidualnymi i zbiorowymi dążeniami oraz wzorcami zachowania, 3) wyposażenia materialno-technicznego i technologicznego oraz określonych zasad posługiwania się nim, 4) formalnej struktury, czyli przyjętych zasad podziału zadań i odpowiedzialności za nie, władzy i związanej z nią odpowiedzialności oraz informacji (opracowano na podstawie: <https://mfiles.pl/pl/index.php/organizacja>).

W niniejszej rozprawie przedmiotem zainteresowania jest organizacja, którą stanowi *system kolejowy*² w Polsce będący składową systemu kolei Unii Europejskiej (UE). Tworzenie w UE systemu kolei spełniającego wymagania interoperacyjności [220], rozpoczęto od modyfikacji niektórych przepisów prawa. To regulacje prawne generowane na poziomie UE, były i nadal często będą źródłami wielu zmian w systemach kolejowych niektórych krajów członkowskich. Przykładem takiej sytuacji w Polsce było wezwanie Komisji Europejskiej (KE) do zmiany polskiego prawa traktującego o konieczności zaprzestania zatwierdzania dokumentacji systemu utrzymania dla pojazdów kolejowych przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego (Prezesa UTK).

Jednym z obszarów działalności, który zdecydowano się w UE ujednoczyć, w ramach regulacji prawnych dedykowanych wszystkim krajom członkowskim, były sytuacje wprowadzania zmiany (w wielu pracach określane: zarządzaniem zmianą) w ich systemach kolejowych. Uznano, że zmiana przed jej zrealizowaniem powinna podlegać ocenie według przyjętych kryteriów, które służą do tego by stwierdzić, czy zmiana jest znaczącą lub nieznaczącą. Wprowadzanie zmiany reguluje rozporządzenie Komisji (UE) 402/2013 [137], które jest nazywane również CSM RA (z ang. Common Safety Methods – Risk Assessment and Evaluation). W CSM RA, dla zmian znaczących, wskazano m.in. dodatkowo na obowiązki oceny ryzyka zagrożeń generowanych przez te zmiany.

W tej rozprawie, dla potrzeb wprowadzania zmiany w polskim systemie kolejowym, po analizie literaturowej różnych podejść, jako zaczyn do dalszych rozważań traktuje się specjalnie stworzony model zmiany w organizacji. Schemat ideowy tego modelu przedstawiono na rysunku 1.1. Przyjęto, że algorytmy procesów odwzorowanych w poszczególnych fazach modelu zmiany przeprowadza się we wskazanym obszarze analiz (faza 1 i faza 3) oraz w wybranej z niego domenie zmiany (faza 2). Faza 2 modelu zmiany dedykowana jest procesowi wdrażania zmiany w wybranej już domenie. Ten proces dzielony jest na kilka etapów. Koniecznym jest aby w ramach procesu wdrażania zmiany powoływać etap zarządzania oceną zmiany. W ramach procesu zarządzania oceną zmiany niezbędnym jest zrealizowanie w domenie zmiany organizacji przynajmniej następujących kroków: (1) weryfikacja zagrożeń sformułowanych w domenie przed zmianą, (2) formułowanie dodatkowych zagrożeń na podstawie stanów domeny po zmianie, (3) specyfikacja pełnego zbioru zagrożeń po zmianie, (4) przyjęcie modelu ryzyka zagrożeń, (5) szacowanie wartości miar ryzyka zagrożeń, (6) określenie wpływu zagrożeń na stan „bezpieczeństwo” domeny po zmianie, (7) badanie zdolności domeny po zmianie do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo”.

² System kolejowy to: (1) całość systemów strukturalnych i funkcjonalnych, jak też zarządzanie i prowadzenie działania całości systemu [196]; (2) wyróżniona cechami funkcjonalnymi i technicznymi sieć kolejowa i pojazdy kolejowe przeznaczone do ruchu po tej sieci [220].



Rys. 1.1. Schemat ideowy modelu zmiany w organizacji

Realizacja algorytmów procesów odwzorowanych w proponowanej koncepcji modelu zmiany, pozwala uzyskać szereg ważnych informacji wynikających z konieczności stosowania CSM RA w zarządzaniu bezpieczeństwem w polskim systemie kolejowym. Informacje te stanowią obowiązkową część raportów w sprawie bezpieczeństwa, które zobowiązane do tego przedsiębiorstwa muszą przekazywać co roku do krajowego organu ds. bezpieczeństwa. W tych raportach znajdują się m.in. odniesienia do tego, czego dotyczyły wprowadzane zmiany oraz jaki był ich wynik oceny. Zebrane z całego kraju informacje o stosowaniu CSM RA są analizowane i w postaci zbiorczego zestawienia, obejmującego określony rok kalendarzowy, w formacie dokumentu „Raport w sprawie bezpieczeństwa”, przekazywane są do Agencji Kolejowej Unii Europejskiej.

2 PROBLEMATYKA BADAWCZA ROZPRAWY

2.1 Geneza problematyki badawczej

Modyfikacje prawa kolejowego wpływają na funkcjonowanie organizacji (także przedsiębiorstw) kolejowych i wymuszają aktualizowanie ich wewnętrznych procedur. Przykładem takich działań była konieczność wdrażania systemów zarządzania bezpieczeństwem i systemów zarządzania utrzymaniem oraz uzyskiwania dokumentów (np.: certyfikatu bezpieczeństwa, autoryzacji bezpieczeństwa, certyfikatu podmiotu odpowiedzialnego za utrzymanie) potwierdzających możliwość prowadzenia w ramach systemu kolejowego działalności gospodarczej. Organizacje w systemie kolejowym dysponują dokumentami legitymizującymi ich działalność gospodarczą, a wydawanymi na określony czas (na 3 lub 5 lat). W przypadku wykrycia przez krajowy organ bezpieczeństwa nieprawidłowości, to wydany dokument może zostać cofnięty. Dodatkowo, organizacje działające w systemie kolejowym łączą się lub kończą działalność, a także pojawiają się nowe przedsiębiorstwa. W takich sytuacjach w systemie kolejowym ciągle istnieje potrzeba ilościowych korekt zbiorów:

- przewoźników kolejowych,
- zarządców infrastruktury,
- certyfikowanych podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie,
- certyfikowanych warsztatów utrzymaniowych.

O dynamice przemian systemu kolejowego świadczą m.in. wzrastające ilościowe charakterystyki kolejowego transportu pasażerskiego. W latach 2015-2019 zauważa się wzrosty liczb przewożonych pasażerów, wykonanej pracy przewozowej oraz realizowanej pracy eksploatacyjnej (tab. 2.1).

Tabela 2.1

Charakterystyki ilościowe kolejowych przewozów pasażerskich w Polsce w latach 2015-2021

Charakterystyka	Rok						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Liczba pasażerów [mln]	280,3	292,5	303,6	310,3	335,9	209,2	245,0
Praca przewozowa [mld pasażero-km]	17,4	19,2	20,3	21,0	22,0	12,6	15,9
Praca eksploatacyjna [mln poc-km]	74,8	160,0	162,3	165,5	170,1	160,2	178,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie [265–269]

Tendencja wzrostowa ilościowych charakterystyk przewozów pasażerskich zmieniła się na koniec roku 2020 (tab. 2.1) w związku z ograniczeniami przemieszczania się ludzi wywołanymi pandemią wirusa COVID-19. W roku 2019 ze środków transportu kolejowego skorzystało najwięcej osób licząc od 2002 r., bo niemal 336 mln (o blisko 6 mln więcej niż w roku 2018). Największy wzrost wykonanej pracy eksploatacyjnej w stosunku do roku 2015, odnotowano w roku 2021 (o ponad 100 mln poc-km).

Dane ilościowe do analiz dynamiki zmian w kolejowych przewozach towarowych, w latach 2015-2021, zamieszczono w tabeli 2.2.

Tabela 2.2

Charakterystyki ilościowe kolejowych przewozów towarowych w Polsce w latach 2015-2021

Charakterystyka	Rok						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Masa przewiezionych ładunków [mln ton]	224,8	222,2	239,9	250,2	236,4	223,2	243,6
Praca eksploatacyjna [mld tono-km]	74,8	74,0	80,1	88,0	82,3	77,5	81,6
Praca przewozowa [mld tono-km]	50,6	50,6	54,8	59,6	55,9	52,2	56,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie [265–269]

W systemie kolejowym ciągłej modyfikacji ulegają zbiory pojazdów składające się na eksploatowany w Polsce tabor kolejowy. Wyeksploatowane pojazdy stopniowo wymieniane są na nowe. Przykładowo, w województwie mazowieckim, w roku 2018, podpisano umowę na realizację jednej z największych inwestycji taborowych w historii Polski (na wartość ponad 2 mld zł), pomiędzy Kolejami Mazowieckimi Sp. z o.o. a spółką Stadler Polska Sp. z o.o., na dostarczenie ponad 70 elektrycznych zespołów trakcyjnych. Zmiany ilościowe pojazdów trakcyjnych i wagonów, eksploatowanych w Polsce przez przewoźników pasażerskich, w latach 2015-2021, przedstawia tabela 2.3.

Tabela 2.3

Zmiany ilościowe taboru kolejowego przewoźników pasażerskich w Polsce w latach 2015-2021

Rodzaje pojazdów	Rok						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Lokomotywy elektryczne	331	332	320	314	313	343	342
Lokomotywy spalinowe	143	119	109	109	108	105	129
Elektryczne zespoły trakcyjne	1343	1262	1279	1245	1192	1212	1242
Wagony pasażerskie	2344	2237	2215	2047	2108	2113	2224

Źródło: opracowanie własne na podstawie [265–269]

Dalsze przemiany systemu kolejowego, w rozumieniu rozwoju potencjału jego możliwości i wdrażania innowacji, są jednym z priorytetów rozwoju gospodarczego Polski. Krajowy Program Kolejowy do 2023 r. został dedykowany modernizacji infrastruktury narodowego zarządcy. Głównym projektem innego dokumentu – „Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju” – traktującego m.in. o przyszłości polskiego systemu kolejowego, jest program Luxtorpeda 2.0. Jako główne zadanie tego programu wskazuje się rozwój technologii i produkcję polskich pojazdów kolejowych. System kolejowy także – aktualnie i w najbliższych latach – jest i będzie traktowany jako jeden z fundamentów największego w Polsce przedsięwzięcia w dziedzinie transportu, jakim jest projekt i budowa Centralnego Portu Komunikacyjnego.

Zestawienie ilościowe poszkodowanych i zdarzeń w ramach funkcjonowania polskiego systemu kolejowego, w latach 2015-2020 (tab. 2.4), wskazuje na konieczność podejmowania jakiś działań naprawczych. W szczególności dotyczy to dokonania takich zmian w systemach bezpieczeństwa (za autorem pracy [64] przez *system bezpieczeństwa* rozumie się zespół środków redukcji ryzyka, stanowiący celowo zorganizowaną całość), które ograniczyłyby liczby poszkodowanych (zabitych i ciężko rannych) oraz zdarzeń (poważnych wypadków, wypadków i incydentów) notowanych w każdym roku funkcjonowania systemu kolejowego w Polsce.

Tabela 2.4

Zestawienie ilościowe poszkodowanych i zdarzeń w ramach funkcjonowania polskiego systemu kolejowego w latach 2015-2020

Poszkodowani / zdarzenia	Rok					
	2015	2016*	2017*	2018*	2019*	2020*
Zabici	227	174	172	196	161	145
Ciężko ranni	109	92	88	86	–	–
Poważne wypadki	2	2	4	6	–	–
Wypadki	629	688	743	722	–	–
Incydenty	521	853	1272	1257	–	–

*) w oznaczonych latach nie uwzględnia się zabitych zaliczonych do kategorii „samobójstwa”
Źródło: opracowanie własne na podstawie [189–193]

Współczesny amerykański filozof i ekonomista Nassim Nicholas Taleb, jest zdania, że w dzisiejszym świecie przeważa to co nieznanne, przypadkowe i zmienne [255]. Zajmując się zagadnieniami niepewności i zmian, N. N. Taleb jest przekonany, że [255]:

- „niektórym rzeczom służą wstrząsy”;
- „(rzeczy) rozwijają się i rozkwitają pod wpływem zmienności, przypadkowości, nieładu i stresu”;
- „przygody, ryzyko (wg tej rozprawy: zagrożenia) i niepewność to ich (tzn. rzeczy) żywioł”.

Opierając się na niektórych z powyższych przekonań, ale przede wszystkim uwzględniając rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2018/762 [136] ustanawiające wspólne metody bezpieczeństwa (CSM), nie można nie zauważyć faktu, że istnieje konieczność wdrażania i kontrolowania zmian w systemach zarządzania bezpieczeństwem w celu utrzymywania lub poprawy wyników domen organizacji (w tym domen systemu kolejowego) w zakresie bezpieczeństwa. Wymaga to podejmowania decyzji na kolejnych etapach procesów wprowadzania zmian

oraz późniejszego przeglądu zagrożeń generowanych w domenach organizacji (w tym w domenach systemu kolejowego) dla ich *stanu „bezpieczeństwo”*³.

Konieczność wprowadzania ciągłych zmian w przedsiębiorstwach kolejowych wymusza nie tylko dynamiczny rozwój gospodarczy i postęp technologiczny, ale również regulacje prawne. Harmonizacja europejskich przepisów prawnych na potrzeby tworzenia interoperacyjnego systemu kolei wymaga wprowadzania licznych zmian. Przykładowo, do czerwca 2022 roku konieczność certyfikacji podmiotów odpowiedzialnych za utrzymanie (z ang. Entity in Charge of Maintenance) dotyczyła wyłącznie wagonów towarowych, obecnie zaś obowiązek ten został rozszerzony na podmioty odpowiedzialne za utrzymanie wszystkich pojazdów kolejowych. W ostatnich latach, dla zarządcy infrastruktury kolejowej, wprowadzono nowy obowiązek zatwierdzania w Agencji Kolejowej UE tzw. preautoryzacji ERTMS, czyli zatwierdzania wszystkich planowanych rozwiązań dla urządzeń przytorowych europejskiego systemu zarządzania ruchem kolejowym.

Sprostanie potrzebom wynikającym z nowych regulacji prawnych UE wymagają od przedsiębiorstw kolejowych, nie tylko biegłej znajomości prawa, ale przede wszystkim są powodem zapewnienia sobie możliwości korzystania z prawidłowych i skutecznych algorytmów realizacji procesu wprowadzania zmiany.

2.2 Przegląd obecnego stanu wiedzy

2.2.1 Uwagi wstępne

Uważa się, że wraz z rewolucją przemysłową w XVIII wieku pojawiła się konieczność sformalizowania zagadnień bezpieczeństwa [273]. Już w XIX i XX wieku, razem z postępem technologicznym i wzrostem gospodarczym zauważono, że wzrosła liczba zdarzeń niepożądanych z występowaniem w nich ofiar śmiertelnych. Zauważono także, że zmiany wprowadzane w nieprawidłowy sposób, stały się przyczynami wypadków i katastrof w przemyśle.

Zmiany i zarządzanie zmianami to problematyka działań istotnych we wszystkich organizacjach, w tym w przedsiębiorstwach [259, 278]. Uważa się nawet, że przemiany przedsiębiorstw są stałą koniecznością [227], a metodologia badania wprowadzanych zmian musi ulegać modyfikacji [214].

W pracy [255] N. N. Taleb stwierdza, że w świecie niepewności i zmienności, długookresowe plany już nie działają. Organizacyjne zmiany przedsiębiorstw są przedmiotem zainteresowania autorów prac [52, 264, 274]. Najczęściej

³ Stan „bezpieczeństwo” domeny organizacji (domeny systemu kolejowego) (sensu largo) – stan domeny wolny od zagrożeń o ryzyku niedopuszczalnym (nieakceptowanym), w których to zagrożeniach odbiorcami / odbiorcami narażeń są pewne systemy / obiekty i/lub ich użytkownicy będący elementami jej struktury (opracowano na podstawie [115, 261]).

problematyka ta podejmowana jest w pracach badawczych i naukowych, w naukach o zarządzaniu, a w nich dotyczy zarządzania zmianami. Problematyka zarządzania zmianami jest bardzo istotna w procesach przekształceń przedsiębiorstw i wynikających z nich przemian organizacyjnych. W pracach [143, 179, 258] zauważa się, że tempo koniecznych przemian organizacyjnych i modernizacji przedsiębiorstw nigdy nie było tak intensywne jak w ostatnich latach. Warto zdać sobie sprawę z tego, że każdy z realizowanych w organizacjach projektów będzie wymagał kiedyś modyfikacji [285]. Autorzy prac [56, 146] wskazują na fakt, że wprowadzanie w niektórych przedsiębiorstwach niezbędnych zmian jest już zjawiskiem ciągłym. W innej pracy stwierdza się, że organizacje powinny przewidywać potrzebne przemiany tak, aby być krok przed koniecznością ich realizowania [283]. W pracy [206] podkreśla się, że liczba i jakość modyfikacji wdrożonych w organizacjach jest dowodem na poprawne korzystanie w nich z potencjału pracowników i ich otwartości na nowe rozwiązania (innowacje). Przedsiębiorstwa, które właściwie przeprowadzą konieczne zmiany, mogą stać się liderami w gospodarce [32].

Po przeanalizowaniu dostępnych źródeł literaturowych można stwierdzić, że obejmują one kilka grup aspektów związanych z problematyką zmian. Dalej, w niniejszym podrozdziale, odniesiono się do następujących pięciu z tych grup:

- zmiany w procesach produkcji,
- opór wobec wprowadzania zmian,
- rola lidera organizacji w trakcie wprowadzania zmian,
- kierowanie wdrażaniem zmian z zewnątrz organizacji,
- zarządzanie zmianami.

2.2.2 Zmiany w procesach produkcji

Zmiany są codziennością każdej firmy trudniącej się produkcją. Szybka reakcja na konieczność zmian może być wyznacznikiem sukcesu przedsiębiorstwa [17]. Dostępna literatura skupia się głównie na opisie zmian, jakie zaszły w procesach produkcji [49, 139, 228]. W szczególności problematyka zmian technicznych w procesach produkcji, jest chętnie podejmowana [36, 51, 222]. Badacze podkreślają, że mimo kluczowego znaczenia wdrażania zmian w procesach produkcji, problematyka ta rzadko jest przedmiotem zainteresowań nauk technicznych [131]. Zmiany bywają uważane za synonim innowacji [161]. Mimo, że zarządzanie zmianami technicznymi w procesach produkcji jest ważnym czynnikiem dla odniesienia sukcesu całego projektu [282], wiele firm nie ma uporządkowanego procesu wprowadzania zmian technicznych [219]. Szacuje się, że w przemyśle nawet 90% wszystkich zmian ma charakter techniczny (produktywny i technologiczny). Poprawne wdrożenie zmian jest jednym z ważniejszych obsza-

rów przygotowywania procesów produkcji [206]. Według Jokinena, Vainio i Pulkinena, autorów pracy [107], czasy oczekiwania na wdrożenia zmian technicznych ewoluują – w różnych organizacjach – od kilku godzin do wielu lat.

Długie czasy przetwarzania zmian prowadzą do niepotrzebnych opóźnień w produkcji. Współcześnie, przy masowej produkcji, każdy wadliwy produkt może zostać wytworzony w dużych ilościach, nawet w milionach sztuk, co w konsekwencji może powodować bardzo duże straty finansowe. Zmiany w procesach projektowania, podczas produkcji mogą powodować komplikacje i dotyczyć wielu obszarów firmy, dlatego niektórzy kierownicy mają tendencję do negocjowania potrzeb wprowadzania zmian w procesach produkcji [107]. Autorzy prac [17][187] stwierdzają, że przedsiębiorstwa które rozwijają się nie wprowadzając zmian w procesach produkcji, nie mają szans na rozwój. Na konieczność zmian w technologii produkcji może mieć wpływ wiele różnych czynników wewnątrz, ale również spoza przedsiębiorstw [85]. Wskazuje się, że konieczność wprowadzania zmian w procesach produkcji wynika z potrzeb [206]:

- modernizacji produktu,
- usprawnienia technologii,
- konieczności wykorzystania w produkcji potrzebnych komponentów.

Przeprowadzono badania, w których analizowano zmiany o charakterze technicznym związane z procesami produkcji. Badacze zmian technicznych podkreślają, że nie można zapominać, iż zmiany wywołują strumień kolejnych zmian w organizacji, np. w dokumentacji finansowej (faktury korygujące, itp.) [207]. W pracy [45] stwierdza się, że w Chinach w latach 1990-2012 wprowadzone zmiany o charakterze technicznym były głównie związane z produkcją energii.

Autor pracy [207] zaproponował kryteria podziału zmian wprowadzanych w procesach produkcji. Na tej podstawie, w tabeli 2.5, przedstawiono strukturę zmian wykorzystywanych w procesach produkcji.

Tabela 2.5

Struktura zmian wykorzystywanych w procesach produkcji

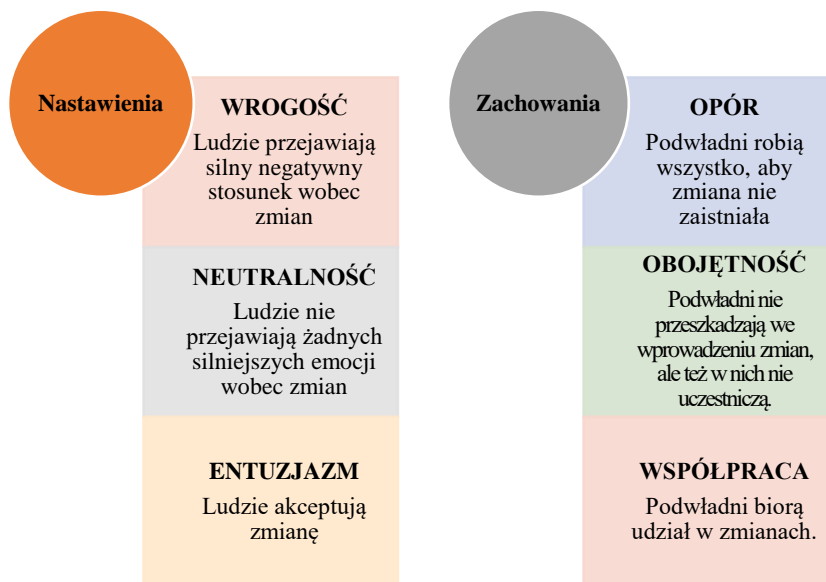
Kryterium okresu obowiązywania i terminu wprowadzania	Kryterium przyczyny wprowadzania	Kryterium wpływu na zamienność elementów produktu
Zmiany stałe wprowadzane natychmiast	Zmiany wynikające z wprowadzania nowych produktów	Zmiany powodujące brak zamienności
Zmiany stałe wprowadzane w określonym terminie	Zmiany wynikające z modernizacji produktów	
Zmiany okresowe (dopuszczenia) wprowadzane jednorazowo	Zmiany wynikające z usuwania błędów i awarii produktów	Zmiany niemające znaczenia dla zamienności
Zmiany okresowe wprowadzane na ściśle określony czas	Zmiany wynikające z usprawnień procesów wytwórczych	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [206, 207]

Od lat 80. XX wieku koszty zmian technicznych wprowadzanych w przemyśle ciągle wzrastają [80]. W badaniach nad zmianami technicznymi prowadzono także analizy czynników determinujących ich dalsze kierunki w przemyśle [90]. W niektórych pracach przedstawiano modele produkcji, w których pewną część stanowią zmiany techniczne [263].

2.2.3 Opór wobec wprowadzania zmian

Opór wobec wprowadzania zmian (lub inaczej: opór wobec zmian) jest przedmiotem badań naukowych i zainteresowań autorów licznych prac. W procesach wprowadzania zmian ścierają się dwie siły – dążenie do zmian oraz opór wobec nich [42]. Opór wobec wprowadzania zmian można rozumieć jako dążenie do tego, aby zmiany nie wystąpiły, a jeśli już wystąpią, nie utrzymały się lub aby wycofać się z kręgu ich oddziaływania [46, 236]. Opór wobec zmian może być spowodowany lękiem pracowników, iż po wprowadzonych zmianach będą niepotrzebni [19]. Według autorów pracy [154], zjawisko to jest główną przyczyną niepowodzeń w przypadku zmian o charakterze organizacyjnym. Opór wobec wprowadzania zmian przejawia się w „nastawieniach” i „zachowaniach”, które to punkty widzenia zostały szczegółowo opisane przez autorów pracy [39] i podobnie schematycznie przedstawiane tak jak to pokazano na rysunku 2.2.



Rys. 2.2. Schemat nastawień i zachowań ludzi wobec zmian. Opracowanie własne na podstawie [39]

Przyjmuje się, że odbiorcy są odporni na zmiany z powodu cech osobistych lub z przyczyn (np. takich jak: brak motywacji, niepewność, zwiększony niepokój) jakie ze sobą przynoszą [276]. Według innego punktu widzenia, opór wobec wprowadzania zmian można zaobserwować jako [148]: ukryty, jawny, świadomy i nieświadomy. Źródła przyczyn oporu wobec zmian są identyfikowane przez badaczy według różnych kryteriów. Podejmowane są również prace nad stworzeniem środka, który pozwoli uniknąć lub zniwelować opór. Autorka pracy [25] stwierdza, że opór wobec zmian jest jego nieodłącznym elementem i niesłusznie jest zawsze negatywnie postrzegany. W pracach [105, 215, 288] podejmowane są próby wyjaśnienia sposobów reakcji ludzi na zmiany. Wielu autorów prac pochyliło się także nad metodami przewycięzania oporu wobec wprowadzania zmian [25, 147, 149, 279].

Opór wobec zmian jest ważną składową procesy wprowadzania zmian, ponieważ często jest pierwszą jego przeszkodą. Bez wsparcia i współpracy zespołu, nie da się skutecznie przeprowadzać zmian. Jednocześnie warto mieć na uwadze fakt, że niektórzy pracownicy mogą chcieć wrócić do stanów sprzed zmian [249]. W niektórych pracach podejmowane są próby opisu czynników, które mogą pozwolić przewycięzać opór wobec zmian [143]. Zdaniem autora pracy [284], wprowadzanie zmian w organizacji (w przedsiębiorstwie) powinna poprzedzać ocena możliwych zachowań pracowników po zmianach i przygotowanie odpowiednich strategii postępowania wobec tych zachowań.

2.2.4 Rola lidera organizacji w trakcie wprowadzania zmian

Autorzy wielu prac poświęconych problematyce wprowadzania zmian w organizacjach, wskazują na ważną rolę liderów tych przedsięwzięć. W pracy [71], liderem zmian określa się osobę, która ma wpływ na organizację, ale jednocześnie chce i potrafi wprowadzać w niej zmiany. Pożądane cechy lidera są przedmiotem zainteresowania wielu badaczy [79, 108, 111], a jako główną cechę wymienia się zaufanie pozyskiwane od pracowników [109]. Bez dobrego przywódcy nie udaje się wprowadzać zmian w organizacjach [283]. Źródła literaturowe wskazują na to, że lider powinien mieć silną osobowość [13, 58, 287] oraz inteligencję emocjonalną [70]. Zwraca się uwagę, że przewodzenie (liderowanie) to coś innego niż zarządzanie [260]. Zdaniem autora pracy [20] każdy lider musi się liczyć ze zmianami, ponieważ nie można bez końca powielać tzw. „wczorajszych” praktyk. W pracy [176] wskazuje się, że współczesny świat będzie ulegał wielu przekształceniom i tylko odpowiedni liderzy poradzą sobie ze zmianami w organizacjach.

Dobry lider powinien skutecznie zarządzać zmianami [104, 281]. Wielu liderów ma jednak problemy z wprowadzaniem zmian [185]. Niektórzy autorzy prac uważają, że głównie z powodu zachowań liderów – zmiany są wprowadzane nieskutecznie [276]. Lider (przywódca) zmian musi odznaczać się gotowością w za-

kresie nowych sposobów kreowania rzeczywistości oraz umiejętnościami tworzenia wizji przyszłości i skutecznego ich wdrażania. Wymienia się przy tej okazji następujące sposoby działania lidera (przywódcy) zmian [147]:

- stosowanie narzędzi mających na celu spowodowanie szoku w myśleniu ludzi, oderwanie pracowników od starych zwyczajów, pokazanie bezcelowości trwania w stanie aktualnym,
- działanie mające na celu likwidację oporów wobec zmian i mobilizację w trakcie ich przeprowadzenia.

Badacze roli liderów organizacji w trakcie wprowadzania zmian wskazują, że najważniejszymi ich zadaniami są – przekonywanie do zmian i łagodzenie wobec nich oporu. To właśnie w liderze upatruje się roli orędownika zmian. Dodatkowo ich aktywność powinna być zauważalna w realizacji takich zadań jak: nagradzanie pracowników wyróżniających się szczególną determinacją w przeprowadzaniu zmian, analizowanie bieżących dostępnych danych w przedmiocie wprowadzania zmian oraz organizowanie spotkań i wyraźne komunikowanie o potrzebach zmian. Liderzy powinni w wiarygodny sposób przekonywać, że warto wprowadzać zmiany, nawet jeśli dla siebie po zmianach nie widzą osiągnięcia wymierzonych korzyści. Kiedy pracownicy widzą dużą aktywność lidera dążącego do przeprowadzenia zmian, łatwiej jest im uznać ich konieczność [178]. Zwraca się uwagę, że potencjalni liderzy na wszystkich poziomach funkcjonowania organizacji, powinni być kompetentni w rozpoznawaniu potrzeb zmian i być zdeterminowani w ich wprowadzaniu [83].

2.2.5 Kierowanie wprowadzaniem zmian z zewnątrz organizacji

Aby zmiany były odpowiednio wprowadzane, to te procesy wymagają skutecznego przywództwa [68]. Zdarza się, że aktualna kadra kierownicza organizacji nie ma wystarczających kompetencji zarządczych, by przeprowadzać zmiany [218]. Zdarza się również, że w organizacjach za efekty wprowadzania zmian odpowiedzialnością obarczane są te same osoby, które w początkowej fazie planowania zmian były im przeciwne. Dlatego efektywne wprowadzenie zmian w organizacji często wymaga nadrzędnej struktury zarządzania.

W literaturze przedmiotu można spotkać się ze wskazaniem, że radykalne zmiany w organizacjach wymagają radykalnych liderów, którzy czasem muszą być osobami z zewnątrz organizacji [12, 178]. Jest to dość nową praktyką funkcjonowania organizacji. Rolę radykalnego lidera zmian w organizacji powierza się pochodzącemu z zewnątrz organizacji kierownikowi ds. przeprowadzenia zmian (określanemu także inaczej: nadzorcą zmian, konsultantem zmian, agentem zmian) [256].

Potrzeba wprowadzenia zmian oznacza, że organizacja w swoich działaniach musi odejść od „utartych schematów” funkcjonowania. Zazwyczaj te schematy funkcjonowania organizacji wypracowywane są przez aktualnie urzędujące

w nich kierownictwa. W praktyce kierowania realizacjami zmian w organizacji przez osoby z zewnątrz, może okazać się to niełatwe [229]. Wskazuje się, że dla aktualnego kierownictwa organizacji, jedną z „zalet” tej nowej praktyki funkcjonowania, jest możliwość obarczenia osoby z zewnątrz organizacji odpowiedzialnością za ewentualne niepowodzenie wprowadzonych zmian.

Podstawowym przymiotem kierownika ds. przeprowadzenia zmian powinna być jego autentyczność, czyli przekonanie o konieczności wprowadzenia zmian. Pierwszym jego zadaniem powinno być przygotowanie dla pracowników organizacji jasnego przekazu na temat wprowadzenia zmian.

Badacze problematyki kierowania wprowadzaniem zmian z zewnątrz organizacji wskazują, że konieczność przeprowadzenia w taki sposób zmian w organizacji, może wywołać destrukcyjne zachowania jej aktualnego kierownictwa. Temu problemowi w badaniach poświęca się dużo mniej uwagi niż problemom dotyczącym pozytywnych zachowań kierownictwa organizacji w trakcie wprowadzania w niej zmian przez lidera z zewnątrz organizacji [183].

2.2.6 Zarządzanie zmianami

Grupa aspektów związanych z zarządzaniem zmianami, to w ostatnich latach kalendarzowych chętnie podejmowana problematyka badawcza. Przez zarządzanie zmianami, na podstawie sformułowań zawartych w pracy [244], rozumieć można m.in. procesy planowania i wprowadzania zmian zawierające kolejno następujące po sobie fazy i/lub etapy.

Podstawowe ujęcie procesu zarządzania zmianami, przez autorów prac [47, 54, 244], wskazuje na jego trzy następujące etapy: odmrożenie, zmiany, zamrożenie. Bardziej rozbudowane ujęcie procesu zarządzania zmianami podaje autor pracy [258], przedstawiając sześć jego następujących etapów:

- zidentyfikowanie potrzeby zmian,
- wybór techniki interwencji,
- uzyskanie poparcia dla zmian,
- zaplanowanie procesu zmian,
- przezwyciężenie oporu wobec zmian,
- przeprowadzenie procesu zmian.

Na bazie rozumienia procesu zarządzania zmianami podejmowane są prace, których celami jest opracowanie modeli zarządzania zmianami w organizacjach (prace: [37, 89, 184]) oraz modeli zarządzania zmianami w przemyśle (prace: [26, 132, 150]). Przez model zarządzania zmianami, m.in. na podstawie sformułowań zawartych w pracy [89], można rozumieć przedstawienie w określonych formatach etapów zmian (o charakterze organizacyjnym i/lub technicznym) następują-

cych po sobie w domenach (w miejscach) organizacji, w których zmiany są wprowadzane. Wykorzystując podstawowe ujęcie procesu zarządzania zmianami, na rysunku 2.3 przedstawiono elementarny model zarządzania zmianami.



Rys. 2.3. Elementarny model zarządzania zmianami. Opracowanie własne na podstawie [144]

Wyniki przeglądu aktualnego stanu wiedzy, odnoszącej się do grupy aspektów związanych z zarządzaniem zmianami, wskazują dalej przedstawione następujące punkty widzenia (uzupełnione charakterystycznymi stwierdzeniami) autorów wybranych prac:

- Zarządzanie zmianą jako jedna z metod zarządzania:
 - zarządzanie zmianami jest jedną ze specjalistycznych metod zarządzania [42];
 - współcześnie procesowe zarządzanie zmianami spełnia główną funkcję w strukturze metod zarządzania [43];
 - zmiany powinno się ocenić pod kątem ich wpływu i interakcji między różnymi poziomami zarządzania [62];
 - ciągłe zarządzanie zmianami jest skuteczną metodą doskonalenia organizacji we współczesnym niestałym świecie [158];
 - dwoma głównymi problemami w zarządzaniu zmianami w odniesieniu do dokumentacji technicznej są: zarządzanie wersjami w czasie, zarządzanie wersjami w zespole [72];
 - wiele koncepcji zarządzania organizacją stawia w niej na pierwszym miejscu człowieka, stąd przez zarządzanie zmianami należy rozumieć zarządzanie ludźmi w sytuacji zmian [177].
- Projekty a wykorzystywanie zarządzania zmianą:
 - zarządzanie zmianami w organizacji powinno być dostosowane do zarządzania realizowanymi w niej projektami [84];
 - zarządzanie projektami powinno uwzględniać również zarządzanie zmianami [88];

-
- realizację dużych przedsięwzięć (np. aplikacji energii solarnej) powinno się rozpoczynać zgodnie z zasadami zarządzania zmianami [113];
 - zarządzanie zmianami należy traktować jako projekt, który zawiera: cele, zakres zmian, analizę ryzyka zagrożeń związanych ze zmianami, osoby decyzyjne, harmonogram, budżet, metodykę oraz narzędzia [69];
 - rozumienie procesu zarządzania zmianami jest ważną składową sukcesu realizowanych projektów [110];
 - problematyka zarządzania zmianami dotyczy przede wszystkim przekształceń organizacyjnych przedsiębiorstw [14, 254], takich jak np. projekty ich restrukturyzacji [10, 60];
 - wiele projektów wdrożeniowych w różnych gałęziach przemysłu opartych jest na koncepcji zarządzania zmianami [21, 175];
 - w firmach, sprawne zarządzanie zmianami jest ważne dla projektów ciągłego polepszania ich produktów [107];
 - jeśli w projekcie nie zarządza się prawidłowo zmianami, to może on zakończyć się niepowodzeniem [106];
 - zarządzanie zmianami odegrało kluczową rolę w realizacji projektu rozwoju przedsiębiorstwa Scottish Power [134].
- Umiejętności i narzędzia zarządzania zmianą:
 - zarządzanie zmianami nie jest łatwym procesem, ponieważ wymaga umiejętności biznesowych, analitycznych, politycznych, znajomości organizacji i rozwiniętej komunikacji [82];
 - sukces we wprowadzaniu zmian w organizacjach zależy od świadomości ich pracowników [135]
 - dobre zarządzanie zmianami wymaga odpowiedniej strategii [213];
 - zmiany w przepisach, np. dotyczących obowiązujących procedur, mogą prowadzić do zdarzeń niebezpiecznych [74];
 - przedsiębiorstwo (organizacja) musi ciągle dostosowywać się do zmiennego otoczenia [182];
 - bez skutecznego zarządzania zmianami organizacje nie odniosą sukcesu [258];
 - efektywne zarządzanie zmianami może zadecydować o konkurencyjności danego przedsiębiorstwa (danej organizacji) [5, 81];
 - wiele firm nie ma wdrożonego uporządkowanego procesu zarządzania zmianami [219];
 - nieodpowiedni lub brak procesu zarządzania zmianami jest jedną z głównych przyczyn wypadków w przemyśle przetwórczym [153];
 - w niedostateczny sposób przygotowuje się kierownika projektu do wprowadzenia zmian w fazie przed jego inicjacją [15];
 - zarządzanie zmianami realizuje się łatwiej, jeśli zespół ds. przeprowadzania zmian nie jest przypadkowy [4];

- aby zarządzanie zmianami było skuteczne, niezbędna jest wiedza dotycząca stosowanych w tym procesie koniecznych narzędzi [41];
- aby przeprowadzać procesy oceny ryzyka zagrożeń związanych ze zmianami, konieczne jest odpowiednie udokumentowanie tych zmian [153];
- w niektórych przedsiębiorstwach (organizacjach) tworzone są narzędzia ułatwiające zarządzanie zmianami [59];
- realizowane w przemyśle (w organizacjach) projekty oparte są często na koncepcjach zarządzania zmianami, dlatego rekomendowane jest ich poznanie [53].

Zaprezentowane tu wyniki badania problematyki zarządzania zmianami oparto na analizie 45 prac. Trudno jednak jest znaleźć opublikowane prace poświęcone zauważalnie procesom zarządzania zmianami i/lub ich modelom, a odnoszące się do organizacji (systemów) związanych z transportem kolejowym. Jak dotąd w systemie kolejowym nie badano również zarządzania zmianami w kontekście wymagań rozporządzenia Komisji (UE) nr 402/2013 [137].

2.3 Wskazanie luki poznawczej i badawczej

Przegląd obecnego stanu wiedzy w zakresie problematyki zmian dokonany został na podstawie łącznie 100 prac. Pozyskane jakościowe i ilościowe wyniki analiz tego stanu wiedzy zebrano wg pięciu charakterystycznych grup aspektów i zestawiono w tabeli 2.6.

Problematyka zmian jest często podejmowana w pracach związanych z zarządzaniem, gdzie rozważane są głównie zmiany o charakterze organizacyjnym. Badania nad zarządzaniem zmianami prowadzone są niemal od początku rozwoju nauk o zarządzaniu, a tę grupę aspektów zidentyfikowano w największej liczbie przeglądanych prac (45%). Drugą w kolejności liczbę prac (20%), stanowią te prace, w których ich autorzy odnosili się do aspektów zmian w procesach produkcji (wytwarzania). Zauważa się małą liczbę prac naukowych poświęconych wprowadzaniu zmian w systemach technicznych, a w ich strukturach, wykorzystywaniu procesów zarządzania zmianami do poprawy skuteczności działania systemów zarządzania bezpieczeństwem. W klasie systemów technicznych, naukowe podejście do zarządzania zmianami jest szczególnie zaniedbywane, gdy odniesie się je do systemu kolejowego w Polsce. Jak dotąd, nie opracowano narzędzi, które mogłyby być pomocne w ocenach wpływu zmian na stan „bezpieczeństwo” domen organizacji (w tym systemów technicznych). W zbiorze przeglądanych pozycji literaturowych nie znaleziono prac, w których by do oceny zmian wykorzystywano procedury z zakresu zarządzania ryzykiem zagrożeń. Jednocześnie w wielu krajach europejskich wskazuje się, że istnieją wątpliwości co do prawidłowości ocen wpływu na bezpieczeństwo zmian dokonywanych w tych krajach przez przewoźników kolejowych i zarządców infrastruktury kolejowej.

Tabela 2.6

Wyniki badania problematyki zmian wg zidentyfikowanych grup aspektów na podstawie literatury

Lp.	Opis grupy aspektu		Liczba prac	Lista prac z wykorzystaniem numerów przypisanych tym pracom w spisie literatury rozprawy
1	Zmiany w procesach produkcji		20	[17, 36, 49, 51, 80, 85, 88, 90, 107, 131, 139, 161, 187, 206, 207, 219, 222, 228, 263, 282]
2	Opór wobec wprowadzania zmian		18	[19, 25, 39, 42, 46, 105, 143, 147–149, 154, 215, 236, 249, 276, 279, 284, 288]
3	Rola lidera organizacji w trakcie wprowadzania zmian		16	[13, 20, 58, 70, 71, 83, 104, 147, 176, 178, 185, 260, 276, 281, 283, 287]
4	Kierowanie wdrażaniem zmian z zewnątrz organizacji		7	[12, 68, 178, 183, 218, 229, 256]
5	Zarządzanie zmianami, a w tym:	podejście uogólnione	45	[26, 37, 47, 54, 89, 132, 150, 184, 244, 258]
		traktowane jako metody zarządzania		[42, 43, 62, 72, 158, 177]
		wykorzystywane w projektach		[10, 14, 21, 60, 69, 84, 88, 106, 107, 110, 113, 134, 175, 254]
		prezentacja potrzebnych umiejętności i narzędzi		[4, 5, 15, 53, 59, 72, 74, 81, 82, 135, 153, 182, 213, 219, 258]

Źródło: opracowanie własne

Biorąc pod uwagę wyniki analiz uwarunkowań prawnych i determinowane przez nie określone potrzeby aplikacyjne, autorka tej rozprawy zauważa m.in. następujące składowe luki poznawczej i luki badawczej w obszarach wprowadzania zmian w klasie systemów technicznych:

- brak jest dostępnych uogólnionych postaci modelu zmiany i jego składowych do wprowadzania zmian w systemach technicznych,
- brak jest dostępnych uogólnionych postaci modelu zmiany i jego składowych do wprowadzania zmian w systemach transportowych,
- brak jest dostępnych szczegółowych postaci modelu zmiany i jego składowych do wspomagania wprowadzania zmian w systemach zarządzania bezpieczeństwem systemu kolejowego,
- brak jest dostępnych przykładowych opracowań prawidłowego aplikowania algorytmów wprowadzania zmian w systemach technicznych,

a w szczególności brak jest opracowań przedstawiających aplikowanie algorytmu modelu zmiany i jego składowych w procesach zarządzania bezpieczeństwem wybranymi obszarami analiz w systemie kolejowym,

- brak jest modelu procesu zarządzania bezpieczeństwem i modelu systemu zarządzania bezpieczeństwem w klasie systemów technicznych, a w szczególności w systemie kolejowym,
- brak jest wskazań zalecanych formatów i struktur tekstów przedstawiających, na tle systemu kolejowego, wskazane obszary analiz i wybrane w ich ramach domeny do procedowania wdrażania zmiany,
- brak jest odniesień do miar ważności kryteriów modeli ryzyka zagrożeń w zastosowaniach do domen z wybranego obszaru analiz systemu kolejowego po zmianie,
- brak jest w Polsce krajowych przepisów, oprócz wspólnych kryteriów wskazanych w CSM RA, na podstawie których można by dodatkowo określać znaczenie zmiany,
- brak jest algorytmu określania wpływu zagrożeń na stan „bezpieczeństwo” domeny z wybranego obszaru analiz systemu kolejowego po zmianie,
- brak jest algorytmu badania zdolności domeny z wybranego obszaru analiz systemu kolejowego po zmianie do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo”
- brak jest obowiązujących formatów i struktur raportów z oceny zmiany przygotowywanych w domenach systemu kolejowego przez zespoły ekspertów,
- brak jest dbałości o merytorycznie prawidłowe tłumaczenie na język polski rozporządzeń Komisji (UE) nakładających obowiązek oceny ryzyka zagrożeń generowanych w związku z wprowadzaniem zmian znaczących w wybranych obszarach analiz systemu kolejowego,
- brak jest dbałości o szczegółowe i jasne definiowanie pojęć związanych z wprowadzaniem zmian znaczących w wybranych obszarach analiz systemu kolejowego.

Częściowym eliminowaniem wskazanych tu składowych luki poznawczej i luki badawczej, może być realizacja przyjętych celów oraz zadań badawczych tej rozprawy.

Na podstawie wskazywanych wcześniej wymagań wynikających z europejskich regulacji prawnych oraz braków (do tej pory) zauważalnego podejmowania działań w zakresie pozyskiwania narzędzi wspomagających wprowadzanie zmian w klasie systemów technicznych, wyraźnie widać, że istnieje m.in. potrzeba tworzenia modeli zmian i ich składowych do zastosowań w tych systemach, a w szczególności do zastosowań w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego.

2.4 Cel i zadania badawcze oraz teza rozprawy

Główny cel rozprawy

Głównym celem rozprawy jest opracowanie oraz wykazanie przydatności nowego innowacyjnego modelu zmiany i jego składowych do zastosowań w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego.

Zadania badawcze rozprawy

Na podstawie rozpoznania okoliczności i sposobów wprowadzania zmian w organizacjach / systemach, zamierzone efekty osiągnięcia głównego celu rozprawy pojawią się, jako suma rezultatów realizacji następujących zadań badawczych:

1. Identyfikacja dotychczasowych uwarunkowań dotyczących wprowadzania zmian w systemach kolejowych.
2. Stworzenie uogólnionych postaci modeli zmiany i oceny zmiany do wprowadzania zmian w systemach technicznych.
3. Opracowanie nowego modelu zmiany i jego składowych, a z nich w szczególności modelu oceny zmiany, do wspomagania systemów zarządzania bezpieczeństwem w systemie kolejowym.
4. Wykazanie przydatności opracowanych modelu zmiany i modelu oceny zmiany, przez ich wykorzystanie do zarządzania bezpieczeństwem w wybranych obszarach analiz systemu kolejowego.

Teza rozprawy

Model zmiany w systemie kolejowym i jego składowe (a z nich w szczególności model oceny zmiany), są dobrymi narzędziami wspomagającymi proces zorientowany na skuteczne uzyskiwanie pożądaných efektów stosowania tych modeli w zarządzaniu bezpieczeństwem w ramach systemu kolejowego, na podstawie utrzymywania zadeklarowanej polityki bezpieczeństwa i jej celów oraz oceny przyjętej postaci wskaźnika zdolności operacyjnej „bezpieczeństwo”.

2.5 Zakres rozprawy

Wstęp do niniejszej rozprawy stanowią pierwsze rozważania dotyczące pojęcia „zmiana” i procesu „zarządzania bezpieczeństwem” podejmowanego w związku z wprowadzaniem zmian w systemie kolei Unii Europejskiej i realizowanego w ramach powoływanych w niej systemów zarządzania bezpieczeństwem. Dla potrzeb zarządzania bezpieczeństwem, w związku z wprowadzaniem zmian, wskazano na możliwość wykorzystywania modelu zmiany. Te w ogólny sposób zasygnalizowane problemy, stanowią jądro rozważań szczegółowych podejmowanych dalej w tej rozprawie i będących w zgodzie ze sformułowaniem jej tytułu.

Rozdział drugi jest prezentacją źródeł i obszarów rozważań szczegółowych rozprawy. Jako źródła rozważań szczegółowych potraktowano wyniki dotychczasowych przemian i przewidywane zmiany w polskim systemie kolejowym. Problematykę wprowadzania zmian wskazano jako obszar do badań szczegółowych. Analizy dostępnych pozycji literaturowych, pozwoliły rozpoznać i przedstawić wyniki badania stanu wiedzy odnoszącej się do różnych okoliczności i sposobów wprowadzania zmian w organizacjach. Efektem tych analiz jest wskazanie luki poznawczej i badawczej w obszarze możliwych rozważań szczegółowych rozprawy. Na tej podstawie określono główny cel i zadania badawcze rozprawy oraz sformułowano jej tezę.

Wizja realizacji zasadniczej części rozprawy jest konsekwencją przyjętych do realizacji zadań badawczych. Sprawozdanie merytoryczne z realizacji tych zadań badawczych zostanie przedstawione w rozdziałach od 3 do 5. Rozdział 6 będzie podsumowaniem rozprawy.

W rozdziale trzecim rozprawy przeprowadzona zostanie identyfikacja dotychczasowych uwarunkowań dotyczących wprowadzania zmian w systemach kolejowych. W pierwszej części rozdziału pokazane zostaną uwarunkowania i potrzeby realizacji procesów zarządzania bezpieczeństwem, którym stawia się zadania efektywnego wykorzystywania systemów zarządzania bezpieczeństwem powoływanych w systemach kolejowych. W szczególności zaprezentowany będzie model i wynikająca z niego definicja systemu zarządzania bezpieczeństwem do zastosowań w systemach kolejowych oraz odniesienia literaturowe, które mogą być pomocne w budowaniu składowych tego modelu. W drugiej części rozdziału przedstawione będą podstawowe zasady ocen zmian oraz wskazania na możliwości popełniania błędów w interpretacji niektórych pojęć stosowanych w polskiej wersji CSM RA, a wykorzystywanych w ocenach zmian. W końcowej części rozdziału umieszczone zostaną wybrane informacje dotyczące stanu wprowadzania zmian w systemach kolejowych kilku krajów Unii Europejskiej.

W rozdziale czwartym zostaną zaprezentowane algorytmy i wyniki procesów modelowania zmiany w uogólnionym systemie technicznym, a w sposób uszczegółowiony w systemie kolejowym. W pierwszej części rozdziału dokonana zostanie prezentacja znanego uogólnionego modelu systemu technicznego i koncepcja jego powiązania z uogólnionym modelem zmiany oraz z uogólnionymi postaciami modeli zagnieżdżonych w modelu zmiany. W grupie uwzględnionych w prezentacji modeli zagnieżdżonych w modelu zmiany znajdzie się, integrujący kilka etapów, model wdrażania zmiany. Na drugą część rozdziału składać się będą osiągnięcia w zakresie koncepcji modeli i opracowania szczegółowych algorytmów procesów i procedur modeli związanych ze zmianami w systemie kolejowym. W szczególności, w tej części rozdziału, zostanie pokazana przyjęta koncepcja odwzorowywania systemu kolejowego, stworzony i zaprezentowany będzie nowy model zmiany oraz opracowane i opisane zostaną m.in. szczegółowe algorytmy modelu oceny zmiany. Powstałe w ramach rozdziału narzędzia dedykowane będą ekspertom do wykorzystania w procesach zarządzania bezpieczeństwem w wybranych domenach wskazanych obszarów analiz systemu kolejowego.

Rozdział piąty zostanie poświęcony wykazaniu przydatności opracowanych modeli zmiany i oceny zmiany przez ich wykorzystanie do zarządzania bezpieczeństwem w wybranych obszarach analiz systemu kolejowego. Weryfikacja przydatności tych modeli dokonana zostanie na dwóch przykładach zastosowań stworzonych algorytmów. W pierwszym przypadku, w obszarze analiz wskazanym w systemie sterowanie – urządzenia przytorowe, pokazany zostanie pełen zakres aplikacyjnych możliwości modelu zmiany i modelu oceny zmiany. Drugi przypadek dotyczyć będzie wprowadzenia zmiany w systemie infrastruktura systemu kolejowego. W tym przypadku zakres pokazanych wyników ograniczony zostanie do zaprezentowania propozycji specjalnego raportu z oceny zmiany, który w odpowiednim formacie powinien być opracowywany przez zespół ekspertów.

Rozdział szósty stanowić będzie przegląd rozważanych w rozprawie zagadnień. Zaprezentowane zostaną osiągnięcia wynikające z realizacji zadań badawczych rozprawy. W końcowych częściach rozdziału zestawione zostaną podsumowujące rozprawę uwagi i wnioski oraz proponowane obszary dalszych badań.

3 DOTYCHCZASOWE UWARUNKOWANIA WPROWADZANIA ZMIAN DO ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM W SYSTEMACH KOLEJOWYCH

3.1 Wprowadzenie

W drugim rozdziale rozprawy przedstawiono tło jej problematyki badawczej. W wyniku dokonanych analiz literaturowych nakreślono lukę poznawczą i badawczą, a na ich podstawie m.in. sformułowano główny cel rozprawy oraz wybrano do realizacji kilka zadań badawczych.

Celem niniejszego rozdziału jest prezentacja dotychczasowych uwarunkowań wprowadzania zmian w systemach kolejowych.

Cel rozdziału zostanie osiągnięty przez:

- pokazanie uwarunkowań i potrzeb realizacji procesów zarządzania bezpieczeństwem, którym stawia się zadania efektywnego wykorzystywania systemów zarządzania bezpieczeństwem powoływanych w systemach kolejowych,
- prezentację nowego modelu i wynikającej z niego definicji systemu zarządzania bezpieczeństwem do zastosowań w systemach kolejowych,
- wskazania odniesień literaturowych, które mogą być pomocne w budowaniu elementów zaprezentowanego wcześniej nowego modelu systemu zarządzania bezpieczeństwem,
- zaprezentowanie podstawowych zasad ocen zmian dedykowanych dotychczas do stosowania w systemach kolejowych,
- zwrócenie uwagi na możliwości popełniania błędów w interpretacji niektórych pojęć wstawianych do dokumentów w polskiej wersji językowej związanych z zarządzaniem ryzykiem zagrożeń, a wykorzystywanych w ocenach zmian znaczących wprowadzanych do polskiego systemu kolejowego,
- przedstawienie wybranych informacji dotyczących stanu wprowadzania zmian w systemach kolejowych niektórych krajów UE.

3.2 Zarządzanie bezpieczeństwem systemów kolejowych

3.2.1 Uwagi wstępne

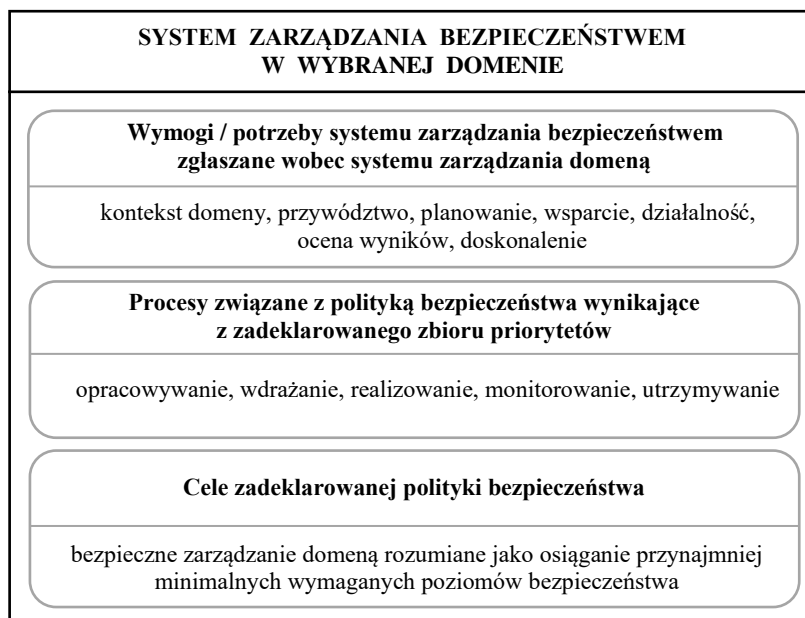
Na podstawie prac [119, 173, 216, 247, 289], przez *zarządzanie bezpieczeństwem systemu kolejowego* rozumie się proces zorientowany na skuteczne uzyskiwanie pożądaných efektów stosowania w systemie kolejowym systemu zarządzania bezpieczeństwem z wykorzystywaniem zasobów ludzkich i technicznych, ele-

mentów decyzyjnych, realizacyjnych i bazy informacyjnej. Zaś według Dyrektywy 2004/49/WE [194], *system zarządzania bezpieczeństwem* oznacza organizację i środki przyjęte przez zarządcę infrastruktury lub przedsiębiorstwo kolejowe w celu zapewnienia bezpiecznego zarządzania ich działaniem. Ta definicja odnosi się tylko do tych składowych systemu kolei wspólnotowych jakimi są zarządcy infrastruktury kolejowej i przedsiębiorstwa kolejowe.

Gdyby przyjąć, że system zarządzania bezpieczeństwem jest częścią systemu zarządzania istniejącego w wybranej domenie systemu technicznego (np. systemu kolejowego), to wtedy uogólniając definicję z [194], można stwierdzić, że *system zarządzania bezpieczeństwem w wybranej domenie* – oznacza organizację domeny i przyjęte w jej ramach środki w celu zapewnienia bezpiecznego zarządzania jej (tzn. domeny) działaniem.

3.2.2 Ogólna idea systemów zarządzania bezpieczeństwem

Uogólniając zaprezentowane w [136] (Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) 2018/762) „wymogi” (dalej rozumiane także jako „potrzeby”) systemu zarządzania bezpieczeństwem zgłaszane wobec systemu zarządzania domeną, ideę systemu zarządzania bezpieczeństwem można przedstawić w formie schematu tak jak na rysunku 3.1.



Rys. 3.1. Schemat ideowy systemu zarządzania bezpieczeństwem powołanego w wybranej domenie systemu technicznego. Opracowanie własne na podstawie [136]

Na podstawie rozporządzenia [136] oraz opracowania [119], wykorzystując schemat ideowy przedstawiony na rysunku 3.1, można przyjąć, że *system zarządzania bezpieczeństwem w wybranej domenie*, to część systemu zarządzania domeną, która obejmuje jej kontekst, przywództwo, wsparcie, działalność, ocenę wyników i doskonalenie – potrzebne do opracowywania, wdrażania, realizowania, monitorowania i utrzymywania zadeklarowanej dla tej domeny polityki bezpieczeństwa i jej celów.

Opierając się na tym samym schemacie ideowym systemu zarządzania bezpieczeństwem (rys. 3.1) oraz wykorzystując wskazania internetowe (<https://security-beztabu.pl/polityka-bezpieczenstwa/>) i badania własne, dalej w rozprawie przyjmuje się, że *polityka bezpieczeństwa dla wybranej domeny*, to dokument przygotowywany przez kadrę kierowniczą wyższego szczebla, przedstawiający zbiory metod, narzędzi, zasad i wdrażanych działań, których należy używać, przestrzegać i podejmować, w celu osiągnięcia dla wybranej domeny przynajmniej minimalnie wymaganego stanu „bezpieczeństwo”.

W ramach ideowego ujęcia systemu zarządzania bezpieczeństwem (rys. 3.1) można wyróżnić siedem następujących grup wymogów / potrzeb systemu zarządzania bezpieczeństwem zgłaszanych wobec systemu zarządzania domeną [136]:

1) Kontekst domeny (opracowanie własne na podstawie [136])

- rodzaj, zakres i obszar działalności domeny,
- zainteresowane działalnością domeny stron, które mają znaczenie dla systemu zarządzania bezpieczeństwem domeny,
- poważne zagrożenia generowane w wyniku działalności domeny oraz wykonawców, partnerów i dostawców kontrolowanych przez domenę,
- zakres systemu zarządzania bezpieczeństwem domeny.

2) Przywództwo (opracowanie własne na podstawie [136])

- zapewnienie w obrębie domeny przywództwa oraz zaangażowania kadry kierowniczej różnych szczebli w związku z wymogami / potrzebami systemu zarządzania bezpieczeństwem,
- opracowanie na poziomie kadry kierowniczej dokumentu dotyczącego polityki bezpieczeństwa deklarowanej w obrębie domeny,
- przypisanie oraz dokumentowanie zadań odpowiedzialności, rozliczalności i uprawnień pracownikom mającym pełnić funkcje związane z systemem zarządzania bezpieczeństwem oraz udokumentowanie kompetencji, rozumienia i akceptacji pełnienia tych funkcji,
- zapewnienie konsultowania przy opracowywaniu, utrzymywaniu i doskonaleniu systemu zarządzania bezpieczeństwem.

3) Planowanie (opracowanie własne na podstawie [136])

- ocenianie i reagowanie na ryzyko zagrożeń w środowisku pracy domeny,
- planowanie zmian w domenie na podstawie identyfikacji zagrożeń i szacowania ich ryzyka przed zmianami i po zmianach,
- określanie celów w zakresie bezpieczeństwa domeny oraz sposobów ich osiągnięcia i monitorowania.

4) Wsparcie (opracowanie własne na podstawie [136])

- zapewnienie w domenie zasobów w postaci kompetentnych pracowników (system zarządzania kompetencjami, system szkoleń pracowników w zakresie problematyki bezpieczeństwa) oraz skutecznego i użytecznego wyposażenia do ustanowienia, wdrożenia, utrzymania i doskonalenia systemu zarządzania bezpieczeństwem,
- dbałość o świadomość znaczenia kadry kierowniczej i pracowników pełniących funkcje związane z bezpieczeństwem na prawidłowe stosowanie i skuteczność systemu zarządzania bezpieczeństwem,
- zapewnienie w domenie możliwościami informowania i komunikowania, a w tym zarządzania identyfikowaniem, otrzymywaniem, przetwarzaniem, generowaniem i rozpowszechnianiem informacji dotyczących bezpieczeństwa,
- prowadzenie w domenie dokumentacji systemu zarządzania bezpieczeństwem zawierającej m.in. opis systemu oraz zapisy tworzenia i aktualizowania systemu,
- kontrolowanie dokumentacji systemu zarządzania bezpieczeństwem aby zapewnić jej dostępność, przydatność i ochronę.

5) Działalność (opracowanie własne na podstawie [136])

- planowanie i nadzór nad prowadzoną w ramach domeny działalnością,
- zarządzanie ryzykiem zagrożeń bezpieczeństwa związanych z rzeczowymi składnikami aktywów domeny w pełnych cyklach ich życia z uwzględnieniem w tych cyklach źródeł zagrożeń wywoływanych przez ludzi,
- zarządzanie ryzykiem zagrożeń bezpieczeństwa generowanych w domenie w wyniku działalności na zasadach outsourcingu zleconej m.in. współwykonawcom, partnerom i dostawcom,
- podejmowanie w ramach domeny decyzji w ramach poszczególnych faz / etapów zarządzania zmianami w systemie zarządzania bezpieczeństwem.

6) Ocena wyników (opracowanie własne na podstawie [136])

- monitorowanie prawidłowości stosowania oraz skuteczności wszystkich procesów i procedur systemu zarządzania bezpieczeństwem,
- kontrolowanie prawidłowości stosowania systemu zarządzania bezpieczeństwem jako całości na podstawie zgromadzonych i przeanalizowanych informacji pochodzących z przeprowadzanych w domenie audytów wewnętrznych.

7) **Doskonalenie** (opracowanie własne na podstawie [136])

- wyciąganie wniosków ze zgłaszanych, rejestrowanych, badanych i analizowanych zdarzeń niepożądanych,
- stałe zwiększanie w domenie adekwatności i skuteczności systemu zarządzania bezpieczeństwem.

Każda z zaprezentowanych tu grup wymogów / potrzeb generuje podzbiór zbioru elementów systemu zarządzania bezpieczeństwem. Wyniki przeglądu aktualnego stanu wiedzy odnoszącej się do wymienionych wcześniej grup wymogów / potrzeb związanych z systemami zarządzania bezpieczeństwem wskazują na niektóre elementy tych systemów.

3.2.3 Wybrane odniesienia literaturowe do elementów systemów zarządzania bezpieczeństwem

Zauważa się możliwości wykorzystania wyników opublikowanych już prac (książek, opracowań, artykułów, referatów konferencyjnych, komunikatów na stronach internetowych) do opracowywania, wdrażania, realizowania, monitorowania i utrzymywania (rys. 3.1) systemów zarządzania bezpieczeństwem oraz ich składowych. Dalej zasygnalizowano niektóre odniesienia do grup wymogów / potrzeb (elementów) systemów zarządzania bezpieczeństwem wynikające z przeanalizowanych prac, a mianowicie:

- Odniesienia do „**kontekst domeny**” (1 – 1-sza grupa wymogów / potrzeb):
 - zagadnienie bezpieczeństwa systemu kolejowego jako części systemu bezpieczeństwa całego państwa podjęto w pracy [86];
 - wykorzystanie transportu kolejowego przez wojsko do celów obronnych państwa podejmowane jest w pracach [159, 201];
 - bezpieczeństwo systemu transportu kolejowego z punktu widzenia zarządzania jest przedmiotem zainteresowań autorów prac [93, 97, 99];
 - problematyka systemu zarządzania utrzymaniem podejmowana jest w pracach [94, 95, 98];
 - zagadnienie kultury bezpieczeństwa w transporcie kolejowym podjęto w pracy [93];
 - do bezpieczeństwa systemu kolejowego w kontekście przepisów krajowych dotyczących infrastruktury krytycznej odnoszą się autorzy prac [100, 155, 164];
 - zagadnienia bezpieczeństwa systemu kolejowego są podejmowane przez autorów prac [234, 241, 286] związanych z Politechniką Krakowską;
 - zagadnienie systemów zarządzania bezpieczeństwem powoływanych w ramach innych systemów transportowych niż kolejowy są podejmowane m.in. w pracach [125, 145].

- Odniesienia do „**przywództwo**” (2):
 - procesy związane z zadeklarowaną przez kierownictwa domen (zarządca infrastruktury [238], przewoźnik kolejowy [237]) polityk bezpieczeństwa wynikać mogą z następującego zbioru ich priorytetów (rys. 3.1):
 - a) najwyższe bezpieczeństwo świadczonych usług bez rezygnacji z ich jakości,
 - b) bezpieczeństwo domeny systemu kolejowego,
 - c) współpraca z innymi domenami w ramach realizacji wspólnych celów bezpieczeństwa,
 - d) zadawający poziom wskaźników bezpieczeństwa,
 - e) bezpieczna praca pracowników domeny i ich współpracowników,
 - f) przestrzeganie norm i przepisów prawnych w zakresie bezpieczeństwa ruchu kolejowego,
 - g) zapobieganie wypadkom przy pracy i chorobom zawodowym,
 - h) stała poprawa bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ciągłe doskonalenie działań w tym zakresie,
 - i) stała identyfikacja i minimalizacja wszystkich rodzajów ryzyka,
 - j) inne priorytety m.in. takie jak: stałe poprawianie stanu technicznego elementów domeny kolejowej, skuteczny monitoring zagrożeń wyprzedzający stan awaryjny domeny kolejowej, nowe rozwiązania techniczne w ramach domeny wpływające na poprawę stanu bezpieczeństwa kolejowego, wypracowanie skutecznych metod organizacyjnych mających na celu poprawienie poziomu bezpieczeństwa ruchu kolejowego, zwiększanie bezpieczeństwa pracowników poprzez udział w szkoleniach podnoszących poziom ich świadomości, szczególny nadzór nad badaniami okresowymi osób bezpośrednio związanych z procesem przewozu kolejowego;
 - przykładowy cel deklarowanej przez kierownictwo domeny polityki bezpieczeństwa, to bezpieczne zarządzanie domeną rozumiane jako osiągnięcie przynajmniej minimalnych wymaganych poziomów bezpieczeństwa [136] (rys. 3.1).
- Odniesienia do „**planowanie**” (3):
 - stosowanie w systemie kolejowym coraz nowocześniejszych technologii, np. oprogramowania aplikacyjnego do sterowania ruchem kolejowym, konieczne jest nowe podejście do stosowanych analiz bezpieczeństwa, które nie będą obejmowały już tylko sprzętu, ale również oprogramowanie [75];
 - ocenianiem i reagowaniem na ryzyko zagrożeń w środowiskach pracy domen kolejowych zajmowali się autorzy prac [27, 117];
 - planowanie zmian w systemach zarządzania bezpieczeństwem opiera się na metodach oceny ryzyka zagrożeń, których niektóre założenia i możliwości wykorzystania przedstawiono w pracach [200, 232, 257, 275].

- Odniesienia do „**wsparcie**” (4):
 - zagadnienie wspólnych metod oceny bezpieczeństwa w transporcie kolejowym podejmowane jest w pracach [28, 87, 96];
 - tworzone są modele, których celem jest wspieranie bezpieczeństwa [197];
 - zarówno identyfikacja zagrożeń, jak i tworzenie modeli, procedur i miar ryzyka są tematami odnoszącymi się do innych rodzajów systemów transportowych niż system kolejowy, odpowiednio do: drogowego [188, 251, 252], miejskiego [120, 123], lotniczego [126, 248], morskiego [2, 73, 235];
 - w pracach [67, 116, 128] można znaleźć metody i modele pomocne w ocenach ryzyka zagrożeń do zastosowania w transporcie kolejowym;
 - NASA opracowała przewodnik [181], którego celem jest wspomaganie oceny zmian przed ich wprowadzeniem.
- Odniesienia do „**działalność**” (5):
 - zmiany w systemach zarządzania bezpieczeństwem często wynikają z konieczności wprowadzenia w organizacjach nowych regulacji prawnych [3];
 - autorzy pracy [153] wskazują, że prawidłowe zarządzanie zmianami w systemach zarządzania bezpieczeństwem jest istotniejsze dla uzyskania oczekiwanych poziomów bezpieczeństwa, niż jest to przyjęte w przemyśle oraz w literaturze naukowej;
 - zwraca się uwagę, że zmiany mogą być źródłami zagrożeń [126];
 - autor pracy [247] zauważa, że początek nauki o bezpieczeństwie miał miejsce, kiedy zorientowano się, że źródła zagrożeń w różnych gałęziach przemysłu i życia człowieka mają ten sam charakter;
 - zdaniem autorów pracy [1] złożoność wykorzystywanego oprogramowania utrudnia wskazywanie wymagań bezpieczeństwa przy użyciu tradycyjnych technik analizy bezpieczeństwa, dlatego opracowywane są nowe metody analiz;
 - współcześnie użytkowane komputery do kontrolowania w czasie rzeczywistym ważnych procesów dla bezpieczeństwa wymagają szczególnego podejścia [18, 44, 152] i wykorzystywania zagadnień bezpieczeństwa w inżynierii oprogramowania [61, 157, 163];
 - norma branżowa PN-EN 50129:2019 przedstawiająca wymagania dla elektronicznych systemów sterowania ruchem związanych z bezpieczeństwem, traktuje, że jeśli mają miejsce zmiany, ich wpływ na bezpieczeństwo powinien zostać oceniony [210];
 - w Polsce problematyka zarządzania ryzykiem zagrożeń podejmowana jest w Politechnice Poznańskiej i dotyczy m.in. domen infrastruktury kolejowej (prace [64, 230, 233]), a w tym na przejazdach kolejowo-drogowych (prace [130, 121]);

- ważną składową analizy ryzyka wykorzystywanej w ramach procedur systemów zarządzania bezpieczeństwem są procesy identyfikacji zagrożeń, które są prezentowane m.in. w pracach [66, 124, 231];
 - metoda FMEA w Polsce w systemie kolejowym jest najczęściej wykorzystywaną metodą oceny ryzyka zagrożeń, a wskazują na to m.in. prace [30, 160, 225];
 - autorzy pracy [245] wskazują, że trwają prace nad opracowaniem metody oceny ryzyka dedykowanej systemom sterowania ruchem kolejowym;
 - systemy zarządzania bezpieczeństwem i systemy zarządzania utrzymaniem są przedmiotami badań w pracach odpowiednio: [31, 57, 224, 226, 225, 277];
 - w pracy [142] podkreśla się, że powszechne rozumiane bezpieczeństwo jest jednym z wyznaczników jakości życia.
- Odniesienia do „ocena wyników” (6):
 - do monitorowania prawidłowości stosowania procesów i procedur systemu zarządzania bezpieczeństwem można wykorzystać prace odnoszące się do niezawodności [168, 240, 242], oceny ryzyka zagrożeń [241] czy też poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa [114, 169, 170];
 - w pracach [171, 173, 174] podawane są wyniki badań niezawodności i bezpieczeństwa systemów transportowych;
 - do monitorowania stanów niezawodnościowych i bezpieczeństwa obiektów oraz systemów kolejowych polecane jest wykorzystywanie wskaźników RAMS [29];
 - do oceny błędów ludzkich, które doprowadzają do wypadków w systemie kolejowym, można stosować nowe podejście przedstawione w pracy [76];
 - w ocenie prawidłowości oraz skuteczności procesów i procedur systemu zarządzania bezpieczeństwem warto brać pod uwagę wyniki badań w ramach certyfikacji taboru i infrastruktury kolejowej [133, 140, 141];
 - próby oceny bezpieczeństwa systemu kolejowego są podejmowane w Instytucie Kolejnictwa [197, 198];
 - zagadnienia związane z bezpieczeństwem systemu kolejowego są podejmowane przez autorów pracujących w Politechnice Krakowskiej [234, 241, 286];
 - transport kolejowy jest najbezpieczniejszym rodzajem transportu [243];
 - zmiany w systemach zarządzania bezpieczeństwem wprowadzane w niekontrolowany sposób są przyczyną wielu wypadków i katastrof [253].
 - Odniesienia do „doskonalenie” (7):
 - autorzy pracy [77] wskazują na obowiązek dostosowywania systemów zarządzania bezpieczeństwem do ciągłych zmian, których konieczność wprowadzania charakteryzuje współczesne organizacje;

- według autora pracy [199], warunki realizacji procesów zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym będą się stopniowo poprawiać głównie dzięki wyższemu ich finansowaniu.

Polskie badania nad zmianami dotyczą głównie zmian organizacyjnych w przedsiębiorstwach. Autorce tej rozprawy nie są znane prace skupiające się w całości na procesach zarządzania zmianami w systemach zarządzania bezpieczeństwem. Brak jest także informacji, pochodzących z dostępnej literatury, o podejmowaniu analiz prowadzących do opracowywania modeli zmian przydatnych w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego w Polsce.

3.3 Uwarunkowania wprowadzania zmian w systemach kolejowych

3.3.1 Uwagi wstępne

W związku z podejmowaniem przez UE starań mających na celu utworzenie zintegrowanego obszaru kolejowego zauważono, że stosowane w jej państwach członkowskich metody i wymagania związane z funkcjonowaniem systemów kolejowych (przepisy prawne, instrukcje wewnętrzne, normy krajowe) różnią się. Rozbieżności w tych obszarach znacząco utrudniały w Europie podejmowanie prac aplikacyjnych na rzecz międzynarodowych przewozów kolejowych. Koniecznym stało się więc ustanowienie wspólnych ram prawnych regulujących funkcjonowanie systemów kolejowych państw członkowskich UE. W zakresie bezpieczeństwa zrealizowano to poprzez implementację CSM RA [50, 137].

3.3.2 Zasady ocen zmian dedykowane systemom kolejowym

Wymagania CSM RA odnoszą się m.in. do zagadnienia oceny zmian wprowadzanych do systemów kolejowych. Obowiązek przeprowadzania ocen zmian dotyczy głównie podmiotów kolejowych, w których powołuje się kolejowe systemy zarządzania bezpieczeństwem oraz systemy zarządzania utrzymaniem.

Prace związane z oceną planowanych zmian powinny zostać przeprowadzone na możliwie jak najwcześniejszym etapie ich wprowadzania. Na początku należy uruchomić proces weryfikacji wpływu planowanych zmian na bezpieczeństwo. Jak dotąd, nie zostały opracowane żadne wytyczne mogące być pomocne w tym procesie. Jeśli zmiany zostaną uznane za niemające wpływu na bezpieczeństwo, odstępuje się od dalszych procedur oceny zmian i po odpowiednim udokumentowaniu można je wdrażać. Przykłady zmian mogących zostać uznane za niemające wpływu na bezpieczeństwo przedstawia tabela 3.1.

Tabela 3.1

Przykłady zmian mogących być uznane za niemające wpływu na bezpieczeństwo

Rodzaj zmiany	Opis zmiany
Organizacyjna	zmiana regulaminu organizacyjnego przedsiębiorstwa
Techniczna	zastosowanie innych części wymiennych w komponencie niż rekomendowane w dokumentacji techniczno-ruchowej przez producenta
Eksploatacyjna	aktualizacja aktów prawnych w instrukcji utrzymania pojazdów kolejowych

Źródło: opracowanie własne

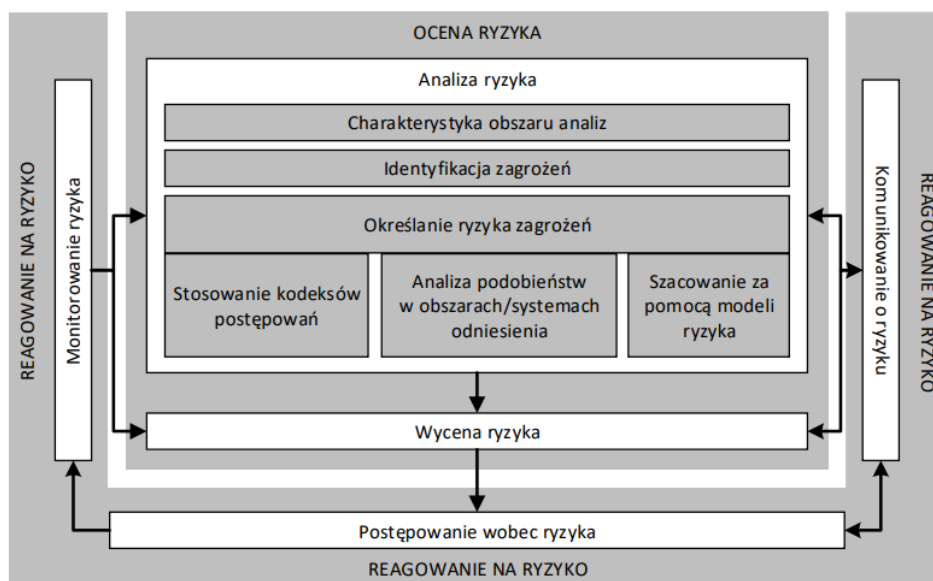
W przypadku, gdy zmiany zostaną uznane za mające wpływ na bezpieczeństwo, należy ustalić, czy są znaczące, czy nieznaczące, za pomocą kryteriów CSM RA.

Prawo Unii Europejskiej przewiduje możliwość implementacji dodatkowych krajowych przepisów stanowiących o znaczeniu zmian. Z informacji, do których dotarła autorka, z tej możliwości skorzystała tylko Norwegia [186]. W przypadku braku przepisów krajowych, do określenia znaczenia zmian dedykowane są kryteria wymienione w CSM RA [137]:

- skutki awarii: wiarygodny najgorszy scenariusz w przypadku awarii ocenianego systemu, uwzględniający istnienie barier zabezpieczających poza ocenianym systemem,
- innowacja wykorzystana przy wprowadzaniu zmiany: kryterium to obejmuje innowacje dotyczące zarówno całego systemu kolejowego, jak i organizacji wprowadzającej zmianę;
- złożoność zmiany,
- monitoring: niezdolność monitorowania wprowadzonej zmiany podczas całego cyklu życia systemu i dokonywania odpowiednich interwencji,
- odwracalność zmiany: niezdolność powrotu do systemu sprzed zmiany,
- dodatkowość: ocena znaczenia zmiany z uwzględnieniem wszystkich przeprowadzonych niedawno zmian ocenianego systemu, które były związane z bezpieczeństwem i nie zostały ocenione jako znaczące.

Brak jest przyjętych dokładnych definicji wymienionych tu kryteriów podanych w CSM RA, zarówno na poziomie organizacyjnym Unii Europejskiej, jak i na poziomie jej krajów członkowskich. Kryteria „złożoność zmiany” i/lub „innowacyjność” mogą prowadzić do dowolności w interpretacji. Zauważa się, że kryteria mają charakter pomocniczy do oceny znaczenia zmian, a w każdym przypadku pełną odpowiedzialność za ostateczną decyzję dotyczącą oceny zmian ponosi o nie ich wnioskodawca [230]. Wnioskodawcą zazwyczaj jest przewoźnik kolejowy, zarządca infrastruktury lub podmiot odpowiedzialny za utrzymanie.

Jeśli zmiany zostaną uznane za znaczące, kolejnym etapem jest ocena ryzyka zagrożeń związanych z wprowadzeniem zmian w systemie kolejowym. Schemat ideowy metody zarządzania ryzykiem zagrożeniami, zgodnej z CSM RA, przedstawiono na rysunku 3.2.



Rys. 3.2. Schemat ideowy metody zarządzania ryzykiem zagrożeniami CSM RA [230, 233]

W przypadku uznania zmiany za znaczącą konieczne jest przeprowadzanie oceny dokonanych procesów zarządzania ryzykiem zagrożeniami pod kątem ich zgodności z wymaganiami rozporządzenia [137]. Przeprowadzaniem takich ocen trują się niezależne jednostki oceniające – AsBo (z ang. Assessment Body).

3.3.3 Wpływ interpretacji pojęć na oceny zmian znaczących

Analizując dostępne w czterech językach wersje rozporządzenie Komisji (UE) 402/2013 [137], zauważono, że nie udało się w polskiej wersji językowej próba unifikacji pojęć w zakresie procesu zarządzania ryzykiem. Fragment tytułu tego rozporządzenia brzmi: „... w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka ...”. Przez takie sformułowanie tytułu rozporządzenia wprowadza się korzystających z jego zapisów w błąd sugerując, że w ramach wspólnej metody oceny bezpieczeństwa występuje taki zakres procesu, w którym najpierw przeprowadza się procedury składające się na „wycenę ryzyka zagrożeń”, a potem przeprowadza się procedury „oceny ryzyka zagrożeń”. Powszechnie wiadomym jest jednak, że w ramach zbioru procedur „oceny ryzyka

zagrożeń” zawierają się podzbiory procedur „analiza ryzyka zagrożeń” i „wycena ryzyka zagrożeń” (rys. 3.2 i 3.3). Zatem fragment tytułu rozporządzenie Komisji (UE) 402/2013 powinien być zmieniony do jednej z następujących postaci:

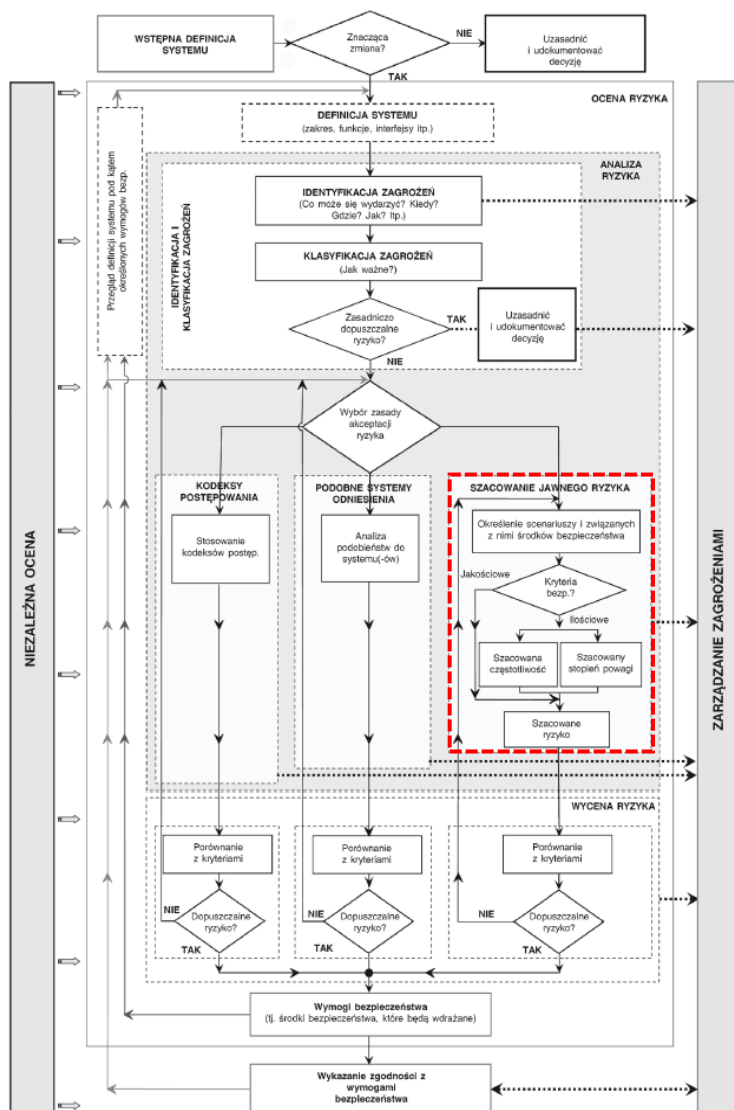
- „... w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie oceny ryzyka zagrożeń ... ”,
- „... w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie analizy i wyceny ryzyka zagrożeń ... ”.

W CSM RA wprowadza się także wiele nowych pojęć takich jak: „zmiana znacząca”, „zmiana nieznacząca”, „zmiana techniczna”, „zmiana eksploatacyjna”, „zmiana organizacyjna” – jednak bez ich szczegółowych definicji, co może wywoływać błędy w ich interpretacji.

W jednej z ważniejszych części dokumentu CSM RA, w jego polskiej wersji językowej, bez podania definicji lub odwołania do źródła literaturowego, pojawia się sformułowanie – „jawne ryzyko”. Pojęcie to występuje konsekwentnie w wielu miejscach tekstu i na schemacie (rys. 3.3) rozporządzenia odnoszącym się do procedury szacowania ryzyka zagrożeń, a dokładnie brzmi – „szacowanie jawnego ryzyka”.

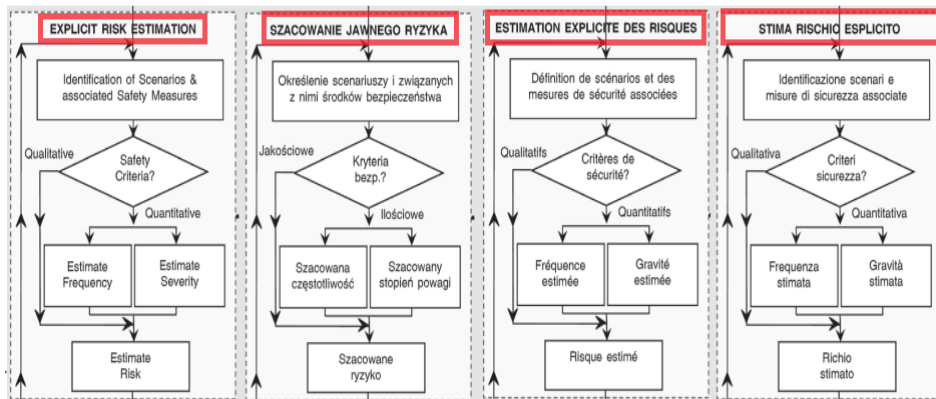
Autorce tej rozprawy nie są znane opracowania, w których by można znaleźć wyjaśnienie pojęcia „szacowanie jawnego ryzyka”. Odpowiedniki tego pojęcia w dokumencie CSM RA opracowanym w innych wersjach językowych, przedstawiono na rysunku 3.4 (wykorzystano kopie fragmentów schematów „Proces zarządzania ryzykiem zagrożeń i niezależna ocena”). Analiza wersji dokumentu CSM RA w innych językach niż język polski, daje następujące wyniki:

- na podstawie sformułowania w języku angielskim „explicit risk estimation” [33], można przyjąć jedną z następujących wersji: „jawne / jednoznaczne / wyraźne / wyraziste / dokładne oszacowanie ryzyka”;
- tłumacząc na język polski z języka francuskiego „de l'évaluation explicites des risques” [34], można przyjąć jedną z wersji: „jawna / precyzyjna ocena ryzyka”;
- odpowiednikami zapisu w języku włoskim „la stima de la determinazione accurata dei rischi” [35], są następujące sformułowania w języku polskim: „dokładne oszacowanie / określenie ryzyka”.



Rys. 3.3. Schemat procesu zarządzania ryzykiem zagrożeniami i niezależnej oceny według rozporządzenia Komisji (UE) 402/2013 [137]

Konkludując, w dokumencie CSM RA w polskiej wersji językowej, w miejsce sformułowania „szacowanie jawnego ryzyka” powinno się stosować jeden z dwóch następujących zapisów: „dokładne oszacowanie ryzyka”, „jawne oszacowanie ryzyka”. Należy również przestać stosować pojęcie „jawne ryzyko”,



Rys. 3.4. Odpowiedniki pojęcia „szacownie jawnego ryzyka” w rozporządzenie Komisji (UE) 402/2013 w różnych wersjach językowych. Opracowanie własne na podstawie [33–35] [137]

a w jego miejsce używać powszechnie znane pojęcia – „ryzyko” lub „ryzyko zagrożenia”.

3.3.4 Stan wprowadzania zmian w systemach kolejowych UE

W niniejszym podrozdziale, autorka rozprawy przedstawia wybrane informacje dotyczące stanu wprowadzania zmian w systemach kolejowych krajów UE obejmujące lata 2016–2017, bo tylko danymi z takiego okresu czasu dysponowała.

Przewoźnicy kolejowi, zarządcy infrastruktury oraz podmioty odpowiedzialne za utrzymanie muszą stosować, w swoich systemach zarządzania bezpieczeństwem oraz w systemach zarządzania utrzymaniem, procedury dotyczące zarządzania zmianami [138, 167].

Ocena zmian zgodnie z CSM RA jest trudnym zagadnieniem dla wielu osób zajmujących się tą problematyką w Europie. Krajowe organy bezpieczeństwa niektórych państw przeprowadziły szkolenia, warsztaty, konferencje poświęcone stosowaniu CSM RA, które cieszyły się dużym zainteresowaniem (m.in. w Czechach, w Danii i w Polsce).

Krajowy organ bezpieczeństwa Belgii, analizując dane za rok 2016, wyraził w kilku przypadkach wątpliwość co do zasadności przyjęcia wyników oceny zmian – jako nieznaczące. Zwrócono uwagę, że wnioskodawcy, w szczególności zarządcy infrastruktury, nie poświęcają wystarczająco dużo uwagi określaniu powiązań z innymi podmiotami. Rozważano również propozycję listy zmian, które mogłyby być uważane za znaczące dla obszarów: tabor kolejowy, infrastruktura, przedsiębiorstwa kolejowe [16].

W Czechach, w roku 2016, zgłoszono 104 przypadki dokonania ocen zmian, jednak dla przejrzystości tych ocen krajowy organ bezpieczeństwa zażądał od

wnioskodawców oświadczeń, czy wdrożone zmiany były „bezpieczne”. Na podstawie przesłanych oświadczeń, zmiany zakwalifikowano do następujących grup [38]:

- zmiany organizacyjne, które nie mają wpływu na procedury operacyjne i konserwacyjne,
- zmiany systemu kolejowego, które nie mają wpływu na bezpieczeństwo,
- zmiany systemu kolejowego, które wpływają na bezpieczeństwo, ale nie są znaczące,
- zmiany systemu kolejowego, które są znaczące (w takim przypadku do wniosku należało dołączyć stosowny raport).

We Francji niektóre mniejsze przedsiębiorstwa kolejowe traktują metodę CSM RA za niejasną, uciążliwą w stosowaniu i niedostatecznie dopasowaną do małych podmiotów. Uważa się również, że trudniej jest zastosować CSM RA w okolicznościach zmian organizacyjnych niż w przypadku zmian technicznych lub eksploatacyjnych [55].

Analiza raportów bezpieczeństwa Belgii [16], Włoch [91], Czech [38], Polski [270–272] i Niemiec [63], pozwala stwierdzić, że jednym z głównych problemów wielu krajów jest poprawna identyfikacja wpływu zmian na bezpieczeństwo systemu kolejowego.

W Niemczech zwraca się uwagę, że brak jest dokładnych definicji pojęć „zmiana” oraz „zmiana znacząca”. Kryterium „wpływu na bezpieczeństwo”, które nie zostało w CSM RA precyzyjnie określone, pozostawia przedsiębiorstwom znaczną swobodę w zakresie interpretacji [63].

We Włoszech podkreśla się zaangażowanie niezależnych audytorów bezpieczeństwa w rolach ekspertów ds. CSM RA. W roku 2016 oceniono 531 zmian, w tym 51 jako znaczące, z których większość była o charakterze eksploatacyjnym (39%).

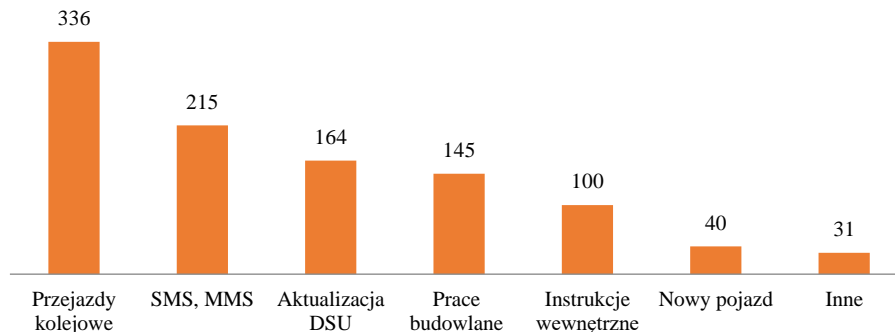
W Austrii w 2016 roku przeprowadzono 90 ocen zmian, a tylko jedną z nich uznano za znaczącą [8]. W Bułgarii zaś, mimo implementacji CSM RA, ich stosowanie jest bardzo rzadkie, a w roku 2016 nie było żadnej zmiany ocenionej jako znacząca [22]. W Norwegii (raport [186]), podobnie jak w innych krajach, wskazuje się na istniejące wątpliwości co do prawidłowości ocen wpływu zmian na bezpieczeństwo.

Według danych Urzędu Transportu Kolejowego, w Polsce, roku 2017 przeprowadzono 1068 ocen zmian wprowadzonych w systemie kolejowym. Najwięcej – bo 515 – u zarządców infrastruktury. U przewoźników kolejowych i w podmiotach odpowiedzialnych za utrzymanie, wprowadzano 553 zmiany. Ze zmian wprowadzonych w systemie kolejowym, 1031 z nich oceniono jako nieznaczące, a 37 jako znaczące. Wprowadzone i ocenione zmiany dotyczyły m.in. [239]:

- modyfikacji w utrzymaniu pojazdów kolejowych,
- przejazdów kolejowo-drogowych,

- modyfikacji ksiąg i/lub procedur systemu zarządzania bezpieczeństwem oraz systemu zarządzania utrzymaniem,
- inwestycji budowlanych na liniach zarządzanych przez PKP PLK S.A.,
- modyfikacji instrukcji wewnętrznych,
- zakupu i modernizacji pojazdów.

Histogram licznosci zmian ocenionych jako nieznaczace (lacznie 1031), a zwiazanych z przedsiwziewciami podejmowanymi w ramach polskiego systemu kolejowego w roku 2017, zaprezentowano na rysunku 3.5.



Rys. 3.5. Histogram licznosci zmian ocenionych jako nieznaczace, a zwiazanych z przedsiwziewciami podejmowanymi w roku 2017 w ramach polskiego systemu kolejowego.

Opracowanie własne na podstawie [239]

W Polsce w ostatnich latach widoczna jest tendencja odstepowania od panstwowego nadzoru nad kwestiami zwiazanymi z bezpieczenstwem w roznych galęziach gospodarki, w tym rowniez w systemie kolejowym [78, 230]. Krajowy organ bezpieczenstwa własciwy w sprawach transportu kolejowego nie sprawuje juz kontroli nad poprawnoscia stosowania CSM RA, w tym nad kwalifikowaniem zmian jako majacych wplyw na bezpieczenstwo systemu kolejowego, ewaluacja kryteriow CSM RA czy nad ocenami ryzyka zagrozeń – w przypadku zakwalifikowania zmian do znaczących.

Podmioty działające w Polsce w ramach systemu kolejowego musza aktualnie mierzyć się z wieloma problemami, które wynikają z potrzeby prawidłowego stosowaniu CSM RA. Oferta edukacyjna (m.in.: szkolenia, studia podyplomowe) obejmująca swym zakresem CSM RA jest bardzo uboga. Jednocześnie, liczne niedobory kadrowe zmuszają przedsiębiorstwa do zatrudniania osób bez specjalistycznego wykształcenia czy doświadczenia zawodowego w kolejnictwie. Od kilku lat podejmowane są działania, by poprawić poziom kultury bezpieczeństwa w systemie kolejowym, jednak wciąż można się spotkać z poglądem, iż „nad bezpieczeństwem priorytet mają finanse”.

Analiza raportów bezpieczeństwa Belgii [16], Włoch [91], Czech [38], Polski [270–272] i Niemiec [63], pozwala stwierdzić, że jednym z głównych problemów wielu krajów jest poprawna identyfikacja wpływu zmian na bezpieczeństwo systemu kolejowego.

Na podstawie uwag zawartych w raporcie [186], być może zasadnym jest stwierdzenie, że przedsiębiorstwa kolejowe próbują unikać stosowania narzędzi CSM RA i dlatego większość zmian oceniana jest przez nie jako niemające wpływu na bezpieczeństwo.

Zważając na liczbę prowadzonych i planowanych w Polsce modernizacji infrastruktury kolejowej, a także na inwestycje taborowe, można przypuszczać, że w kolejnych przyszłych latach, ilościowych potrzeb wprowadzania zmian może być równie dużo lub nawet więcej, niż w roku 2017. Jednocześnie warto zauważyć, że procesy wprowadzania zmian nie są łatwe i niemal zawsze towarzyszą im trudności metodyczne i poznawcze [147].

3.4 Podsumowanie

Na podstawie przedstawionych w tym rozdziale wyników analiz uwarunkowań i wyników wdrażania CSM RA w wybranych krajach Unii Europejskiej, zauważa się, że mimo iż od wejścia w życie tego dokumentu minęło niemal 10 lat, to wprowadzanie zmian do systemów kolejowych pozostaje wciąż niełatwym zadaniem i sprawia wiele trudności. Opracowane kryteria służące do oceny zmian mogą być interpretowane na wiele różnych sposobów. Brak precyzyjnych definicji przyjętych pojęć, zamieszanie w poprawnym merytorycznie stosowaniu tych pojęć oraz rozbieżności w tłumaczeniu podstawowego dokumentu na język polski, nie ułatwiają zadania przedsiębiorstwom kolejowym wnioskującym o wprowadzanie zmian.

Procesom wprowadzania zmian w systemach kolejowych nie poświęcono do tej pory zbyt wiele uwagi w środowiskach naukowych. W Polsce, poza poradnikami krajowych organów bezpieczeństwa, autorce tej rozprawy nie są znane opracowania, które mogłyby być pomocą w stosowaniu CSM RA w systemie kolejowym.

Zważając na to, że wprowadzanie zmian jest istotnym procesem zarządzania bezpieczeństwem w systemach kolejowych, koniecznym jest prawidłowe rozumienie tego procesu, a w szczególności jego składowej jaką jest proces oceny wpływu zmian na bezpieczeństwo.

4 MODELOWANIE ZMIANY DO ZASTOSOWAŃ TECHNICZNYCH

4.1 Wprowadzenie

W poprzednich rozdziałach rozprawy stwierdzano i wykazywano, że procesom wprowadzania zmian w systemach kolejowych krajów członkowskich Unii Europejskiej, należących do klasy systemów technicznych, nie poświęcono dotychczas zbyt wiele uwagi w środowiskach naukowych. Konsekwencjami takiego stanu rzeczy są m.in.:

- brak dostępnych szczegółowych modeli zmian do zastosowań w systemach technicznych, a w tym w systemach kolejowych,
- brak dostępnych przykładowych opracowań prawidłowego stosowania procesów wprowadzania zmian w systemach technicznych, a w szczególności aplikowania algorytmów modeli związanych ze zmiany w systemach kolejowych,
- unikanie przez przedsiębiorstwa kolejowe stosowania wymaganych algorytmów CSM RA i dlatego większość zmian oceniana jest przez nie jako niemająca wpływu na bezpieczeństwo.

Próbą przeciwdziałania wskazanym tu konsekwencjom jest spełnienie zasadniczej części głównego celu tej rozprawy, poprzez realizację drugiego i trzeciego zadania badawczego (podrozdz. 2.4).

Celem rozprawy do spełnienia w ramach niniejszego rozdziału jest zaprezentowanie uogólnionego oraz szczegółowych modeli zmiany i oceny zmiany, do wspomagania systemów zarządzania bezpieczeństwem w systemach technicznych, ze szczególnym potraktowaniem polskiego systemu kolejowego.

Cel rozdziału zostanie osiągnięty przez:

- prezentację znanego uogólnionego modelu systemu technicznego (podrozdz. 4.2.1) i koncepcji jego powiązania z uogólnionym modelem zmiany (podrozdz. 4.2.2) oraz wybranymi uogólnionymi modelami w nim zagnieżdżonymi (podrozdz. 4.2.3 i 4.2.4),
- zrealizowanie procesu modelowania zmiany w systemie kolejowym, a w tym:
 - (1) przyjęcie koncepcji odwzorowywania systemu kolejowego (podrozdz. 4.3.1),
 - (2) stworzenie i zaprezentowanie nowego modelu zmiany dla potrzeb zarządzania bezpieczeństwem w systemie kolejowym (podrozdz. 4.3.2),
 - (3) opracowanie i opis składowych modelu zmiany, a z nich w szczególności algorytmów modelu oceny zmiany powoływanego do stosowania w systemach zarządzania bezpieczeństwem systemu kolejowego (podrozdz. 4.3.3).

4.2 Modelowanie zmiany w uogólnionym systemie technicznym

4.2.1 Uogólniony system techniczny

W ostatnich dekadach obserwuje się rozpowszechnianie podejścia systemowego niemal we wszystkich dziedzinach ludzkiej aktywności [116, 156, 173].

W ramach podejścia systemowego, wykorzystując wskazania autorów prac [116, 156, 173], przez system techniczny (ogólnie) rozumie się byt stworzony przez człowieka i realnie istniejący zbiór komponentów, obiektów technicznych, a nawet systemów obiektów technicznych, stanowiących współzależną całość.

Obiekty techniczne zaś, opierając się m.in. na wskazaniach autora pracy [173], to np. takie samochody, pociągi, samoloty, okręty, itp., działające w zróżnicowanych środowiskach technicznych, skonfigurowanych na bazie wielu systemów, obiektów oraz komponentów, które mają lub powinny ze sobą synergicznie współdziałać.

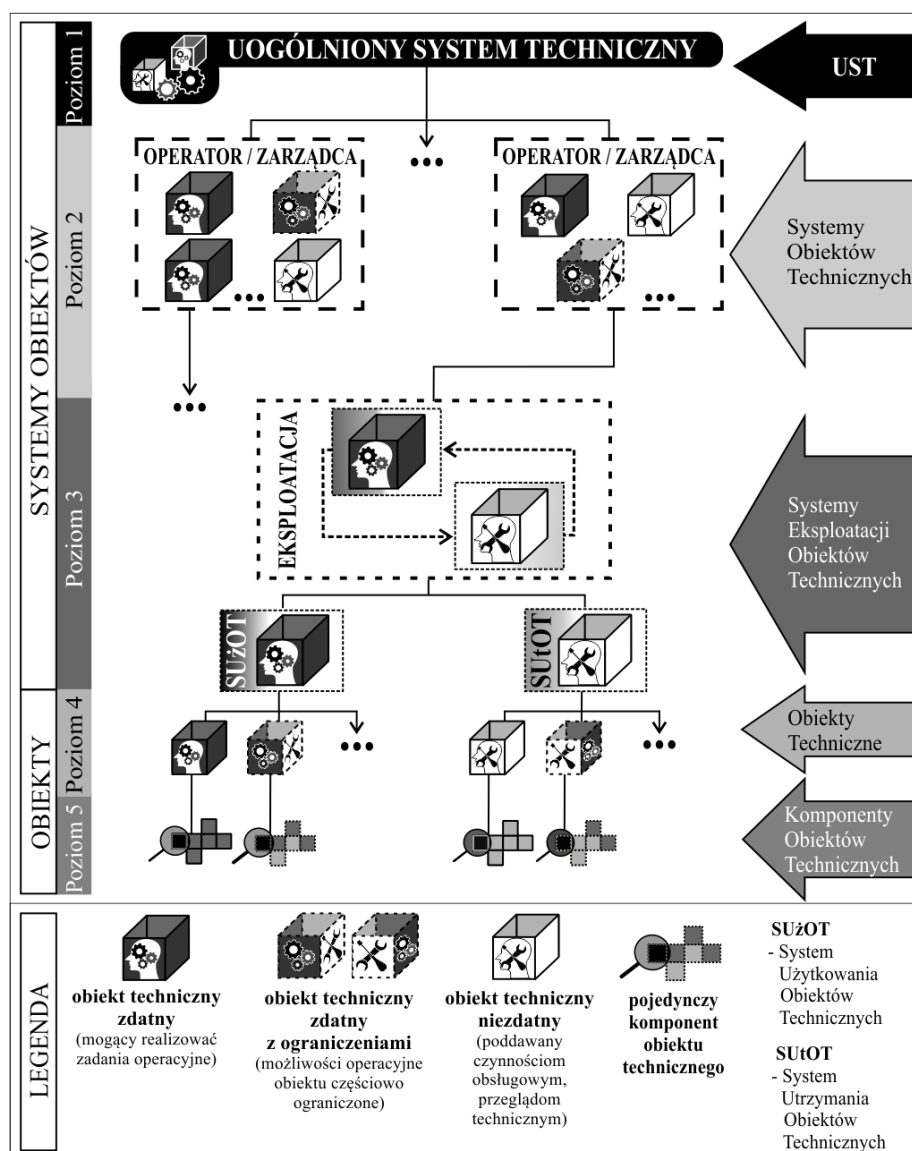
Każdy system techniczny charakteryzuje się pewną strukturą, którą można poddać dekompozycji. Przyjęcie systemowego podejścia do odwzorowania wybranego systemu technicznego, pozwala na jego dekompozycję do dowolnego poziomu, bądź zakwalifikowanie go jako jednego z elementów (obiektów, systemów) wyższego poziomu dekompozycji. Liczba stopni dekompozycji zależy zazwyczaj od założeń i złożoności przeprowadzanych analiz. W pokazanym na rysunku 4.1 uogólnionym modelu systemu technicznego, za autorami pracy [7], wyróżniono 5 poziomów dekompozycji.

Poziom 1, wg autorów pracy [7], pełni przede wszystkim funkcję tytułową i ma stanowić miejsce na wskazanie ewentualnego najbardziej złożonego obszaru analiz, z którym pokrywa się system techniczny.

Poziom 2 to miejsce, gdzie prezentuje się Systemy Obiektów Technicznych (rys. 4.1), czyli systemy pokazujące sposób zorganizowania czy też podziału obiektów technicznych przez określonego operatora.

Poziom 3 stanowią Systemy Eksploatacji Obiektów Technicznych (rys. 4.1). Ważnym na tym poziomie jest pokazanie mechanizmu eksploatacji obiektów, który opiera się na użytkowaniu obiektów technicznych w systemie użytkowania oraz ich obsłudze w systemie obsługi, a także na przemieszczaniu obiektów technicznych pomiędzy systemami użytkowania i obsługi. W określonej chwili czasowej obecność obiektu technicznego w jednym z systemów eksploatacji (w systemie użytkowania lub w systemie obsługi) wynika z jego stanu niezawodnościowego.

Poziom 4, to efekt podziału systemu eksploatacji na systemy użytkowania i obsługi. W rezultacie na tym poziomie istnieje możliwość zaprezentowania Obiektu Technicznego z uwzględnieniem jego stanu niezawodnościowego.



Rys. 4.1. Schemat ideowy modelu uogólnionego systemu technicznego [7]

W zbiorze stanów niezawodnościowych wyróżniono (rys. 4.1): stan pełnej zdadności, stan zdadności z ograniczeniami (stan częściowej zdadności) oraz stan niezadności technicznej. Za autorem pracy [6] warto zauważyć, że współczesne

obiekty techniczne to systemy synergicznie ze sobą powiązanych systemów kilku rzędów o celowo zaprojektowanych funkcjach.

Poziom 5 przedstawia Komponenty Obiektu Technicznego (rys. 4.1) właściwe dla wybranej domeny wskazanego obszaru analiz. Obiekt techniczny to zazwyczaj zbiór komponentów, na który mogą się składać: części i ich powierzchnie robocze, podzespoły, zespoły, układy oraz moduły.

Do tej pory w literaturze przedmiotu, opierając się na przedstawionej tu koncepcji modelu uogólnionego systemu technicznego (rys. 4.1), bazujące na określonych rodzajach obiektów technicznych, zaprezentowano m.in.: system transportu szynowego [116], system pojazdów operatora transportu tramwajowego [118], system agrotechniczny [118] oraz system lotnictwa taktycznego [6].

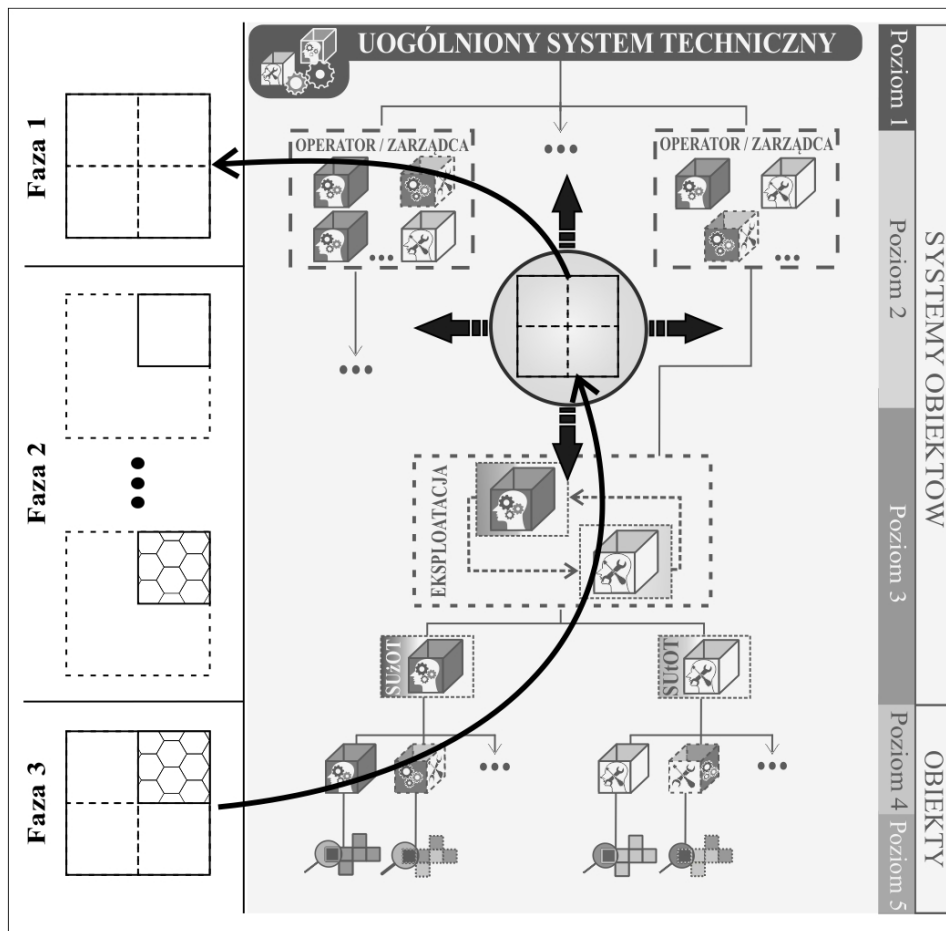
4.2.2 Uogólniony model zmiany w systemie technicznym

Zauważyć warto raz jeszcze (podrozdz. 2.1), za autorami prac [142, 179, 258], że tempo potrzeb przemian organizacyjnych i modernizacji systemów technicznych (przedsiębiorstw) nigdy nie było tak intensywne jak w ostatnich latach. Opierając się na zaprezentowanej w pracach [206, 207] (tab. 2.5) klasyfikacji przyczyn wprowadzania zmian w procesach produkcji oraz wykorzystując model uogólnionego systemu technicznego (rys. 4.1), można wskazać m.in. następujące źródła zmian w systemach technicznych:

- wprowadzanie nowych systemów obiektów technicznych, obiektów technicznych i/lub ich komponentów,
- potrzeby modernizacji systemów obiektów technicznych i/lub obiektów technicznych,
- konieczności usuwania błędów funkcjonowania systemów eksploatacji obiektów technicznych,
- potrzeby ingerowania w procesy wytwarzania obiektów technicznych i/lub ich komponentów.

Ze względu na współzależną całość jaką tworzą składowe systemu technicznego (tzn. – wg rysunku 4.1 – zbiory komponentów, obiektów technicznych, systemów eksploatacji obiektów technicznych i systemów obiektów technicznych), wprowadzania w nim każdej zmiany powinno odbywać się w kontrolowany sposób. Schemat ideowy możliwości wprowadzania zmiany w systemie technicznym przedstawia rysunek 4.2. Niniejszy schemat przedstawia w uogólnionych postaciach model zmiany (rys. 4.2 – lewa strona) i model systemu technicznego (rys. 4.2 – prawa strona) stanowiący tło do wskazania lokalizacji obszaru analiz, w którym odbywa się procedowanie w ramach wprowadzania zmiany. Przyjmuje się, że algorytmy procesów wprowadzania zmiany w systemie technicznym przeprowadza się w następujących trzech fazach:

- Faza 1. Wskazywanie obszaru analiz systemu technicznego do wdrożenia zmiany.
- Faza 2. Wdrażanie zmiany we wskazanym obszarze analiz systemu technicznego.
- Faza 3. Implementowanie zmienionego obszaru analiz w systemie technicznym.



Rys. 4.2. Schemat ideowy wprowadzania zmiany w systemie technicznym. Opracowanie własne na podstawie [7]

Obszar analiz, w niniejszej rozprawie, na wszystkich dalszych rysunkach odwzorowywany jest za pomocą schematu obszaru analiz⁴.

W fazie 1 wprowadzania zmiany w systemie technicznym wskazywany jest obszar analiz. Wskazany obszar analiz systemu technicznego może obejmować:

- rodzaje systemów technicznych (rys. 4.1 – poziom 2),
- systemy eksploatacji obiektów rodzajów systemów technicznych (rys. 4.1 – poziom 3),
- obiekty rodzajów systemów technicznych (rys. 4.1 – poziom 4),
- komponenty obiektów rodzajów systemów technicznych (rys. 4.1 – poziom 5).

Na rysunku 4.2 (prawa strona) pokazano uogólnioną lokalizację obszaru analiz systemu technicznego, uwzględniając możliwe poziomy (2–5) dekompozycji systemu technicznego, a na poziomie 2 rodzaj systemu obiektów technicznych (tzn. sposób zorganizowania lub strukturę obiektów technicznych proponowaną przez ich operatora / zarządcę). Po lewej stronie rysunku 4.2 umieszczono uogólniony model zmiany w systemie technicznym. Odwzorowaniem fazy 1 w tym modelu jest schemat obszaru analiz.

W fazie 2 wprowadzania zmiany, we wskazanym wcześniej obszarze analiz systemu technicznego, podejmowany jest proces wdrażania zmiany w odpowiednio wyodrębnionym obszarze zainteresowań. Z możliwych obszarów zainteresowań, należy – do realizacji zmiany – wybrać jeden odpowiednio skonfigurowany obszar zainteresowań (rys. 4.2 – lewa strona). Następuje to na schemacie obszaru analiz (duży kwadrat – linia kreskowa) przez wyraźne wskazanie (linia ciągła) granic wybranego obszaru zainteresowań (mały kwadrat bez wypełnienia), który stanowi domenę zmiany i jest to realizacją początkowego etapu procedowania w ramach wdrażania zmiany. Proces wdrażania zmiany, w zależności od wymagań / potrzeb stawianych przez operatora / zarządcę systemu technicznego, może być przeprowadzany w kilku etapach (podrozdz. 4.2.3). W ostatnim etapie procesu wdrażania zmiany następuje implementowanie zmienionej domeny zmiany w obszarze analiz. Zrealizowanie tej części procesu wdrażania zmiany, w uogólnionym modelu zmiany, sygnalizowane jest przez wypełnienie specjalnym deseniem modelu domeny zmiany (mały kwadrat wypełniony deseniem – rys. 4.2).

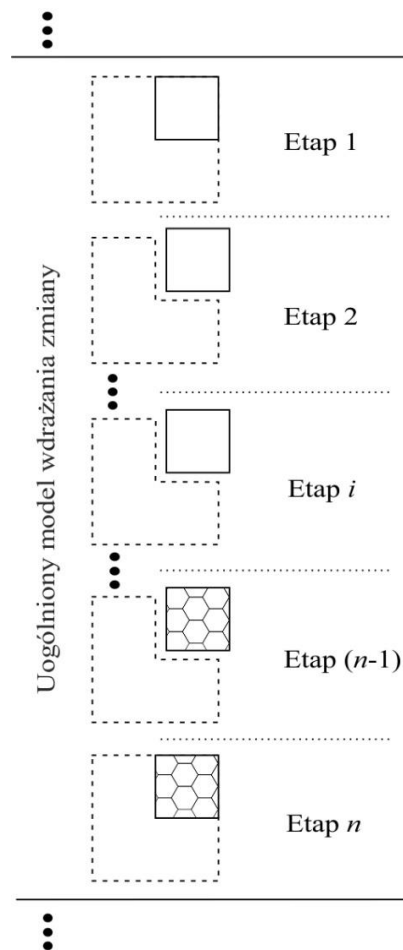
W fazie 3 wprowadzania zmiany, podejmowany jest proces ponownej konfiguracji obszaru analiz (uwzględniający stan zmienionej domeny zmiany) oraz

⁴ Schemat obszaru analiz – z punktu widzenia wprowadzania zmiany, jest to duży kwadrat (linia ciągła) ze wskazaniem w nim granic (linia kreskowa) między niektórymi możliwymi obszarami zainteresowań / domenami zmian reprezentowanymi przez małe kwadraty.

implementacja zmienionego obszaru analiz w wyjściowej lokalizacji w systemie technicznym (rys. 4.2).

4.2.3 Uogólniony model wdrażania zmiany w systemie technicznym

Zmiana, aby nie prowadziła do zdarzeń niebezpiecznych, powinna być wdrażana pod kontrolą. W podrozdziale 4.2.2 zaprezentowano już uogólnioną ideę wdrażania zmiany w systemie technicznym. Poniżej, na rysunku 4.3, przedstawiono rozbudowaną wersję uogólnionego modelu wdrażania zmiany w systemie technicznym.



Rys. 4.3. Uogólniony model wdrażania zmiany w systemie technicznym

W przedstawionym modelu bardziej szczegółowo na etapy rozdzielono proces wdrażania zmiany. W modelu przyjęto „n” etapów wdrażania zmiany. Pozwala to na dostosowanie liczby etapów wdrażania zmiany m.in. do: lokalizacji obszaru analiz z wybraną domeną zmiany w systemie technicznym, wymagań prawnych, wymagań normatywnych, wymogów / potrzeb systemu zarządzania bezpieczeństwem, konieczności akceptacji wdrożenia zmiany przez operatora / zarządcę systemu, obowiązku poinformowania najwyższego kierownictwa o wdrożeniu zmiany.

Jednym z etapów modelu wdrażania zmiany, który należy przewidzieć przed podjęcie decyzji o realizacji zmiany, powinien być model etapu poświęcony m.in. ocenie proponowanej zmiany.

Proces / model oceny zmiany w systemie technicznym powinien być opracowany z uwzględnieniem określonych zasad i kryteriów. W systemach technicznych, ważnym uwarunkowaniem ich powoływania lub wprowadzania w nich zmian, jest konieczność brania pod uwagę sześciu następujących wskaźników zdolności operacyjnej (pojedynczo lub w ich różnych kombinacjach) [116, 173]:

- 1) „jakość działania” (dostarczanie dobra lub usługi najlepiej jak to możliwe),
- 2) „szybkość” (krótki czas dostarczenia dobra/usługi),
- 3) „elastyczność” (dostosowywanie do zmiennych wymagań),
- 4) „koszt” (dostarczanie dobra / usługi możliwie najtaniej),
- 5) „niezawodność” (zapewnianie dobra / usługi zgodnie z oczekiwaniami),
- 6) „bezpieczeństwo” (dostarczanie dobra / usługi przy dopuszczalnym (akceptowanym lub tolerowanym) ryzyku zagrożeń).

Sposoby budowania kryteriów w oparciu o wskaźniki zdolności operacyjnej dla dokonywania ocen zmian w systemach technicznych, zaprezentowano m.in. w pracy [122] („koszt”) oraz w pracy [116] (kombinacja – „niezawodność” i „koszt”). W dalszych częściach tej rozprawy do ocen zmian w domenach zmiany w systemie kolejowym korzystać się będzie ze wskaźnika zdolności operacyjnej „bezpieczeństwo” (podrozdz. 4.3.4, 5.2.2 oraz 5.3.2)

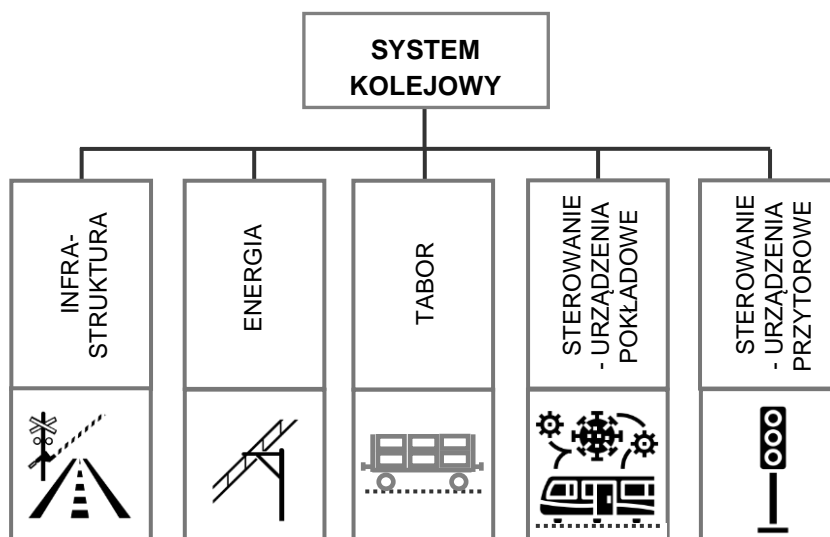
Zidentyfikowanie właściwej liczby etapów wdrożenia zmiany jest kluczowe, aby prawidłowo wdrożyć zmianę w określonym rodzaju systemu technicznego.

4.3 Modelowanie zmiany w systemie kolejowym

4.3.1 System kolejowy

Jednym z rodzajów systemu technicznego jest system kolejowy. Ustawa o transporcie kolejowym traktuje, że system kolejowy to wyróżniona cechami funkcjonalnymi i technicznymi sieć kolejowa i pojazdy kolejowe przeznaczone do ruchu po tej sieci [220].

System kolejowy, według [11, 196], składa się z pięciu następujących systemów strukturalnych (rys. 4.5): infrastruktura, energia, tabor, sterowanie – urządzenia pokładowe, sterowanie – urządzenia przytorowe.



Rys. 4.5. Podział systemu kolejowego na systemy strukturalne oraz symbole graficzne przyjęte w rozprawie do reprezentowania ich obiektów. Opracowanie własne na podstawie [196]

System infrastruktura, zgodnie z [196], to m.in.: tory, rozjazdy, przejazdy kolejowo-drogowe, obiekty inżynieryjne (mosty, tunele, itd.), składowe stacji związane z koleją (w tym drzwi wejściowe, perony, strefy dostępu, punkty usługowe, toalety i systemy informacyjne, a także ich funkcjonalności ułatwiające dostęp osobom z niepełnosprawnościami i osobom o ograniczonej sprawności ruchowej). System energia, to głównie sieć trakcyjna, która umożliwia dostarczanie energii elektrycznej do elektrycznych pojazdów trakcyjnych. System tabor, według [196], to głównie elementy konstrukcyjne, odbieraki prądu, elementy trakcyjne i urządzenia do przetwarzania energii, urządzenia hamujące, sprzęgi i urządzenia biegunowe (wózki, osie zestawów kołowych, itd.) oraz układy zawieszenia, drzwi, ale

także personel pokładowy i pasażerowie. System sterowanie – urządzenia pokładowe, zgodnie z [196], to wszystkie pokładowe obiekty kolejowe (urządzenia) niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa oraz sterowania ruchem pociągów. System sterowanie – urządzenia przytorowe, według [196], integruje wszystkie przytorowe obiekty kolejowe (urządzenia) niezbędne do zapewnienia stanów „bezpieczeństwo” wielu domen systemu kolejowego oraz jest wspomagającym sterowanie ruchem pociągów.

System kolejowy można zdekomponować zgodnie z zasadą przyjętą dla uogólnionego systemu technicznego – w podrozdziale 4.2.1. Efektem tego procesu jest zapis dekompozycji systemu kolejowego przedstawiony w tabeli 4.1.

Tabela 4.1

Zapis dekompozycji systemu kolejowego na tle zapisu dekompozycji uogólnionego systemu technicznego

Poziom dekompozycji	Zapis dekompozycji uogólnionego systemu technicznego	Zapis dekompozycji systemu kolejowego
1	Uogólniony system techniczny	System kolejowy
2	Systemy obiektów technicznych	Systemy strukturalne obiektów systemu kolejowego
3	Systemy eksploatacji obiektów technicznych	Systemy eksploatacji obiektów systemu kolejowego
4	Obiekty techniczne	Obiekty systemu kolejowego
5	Komponenty obiektów technicznych (układy, zespoły, podzespoły, elementy, powierzchnie robocze elementów itp.)	Komponenty obiektów systemu kolejowego (układy, zespoły, podzespoły, elementy, powierzchnie robocze elementów itp.)

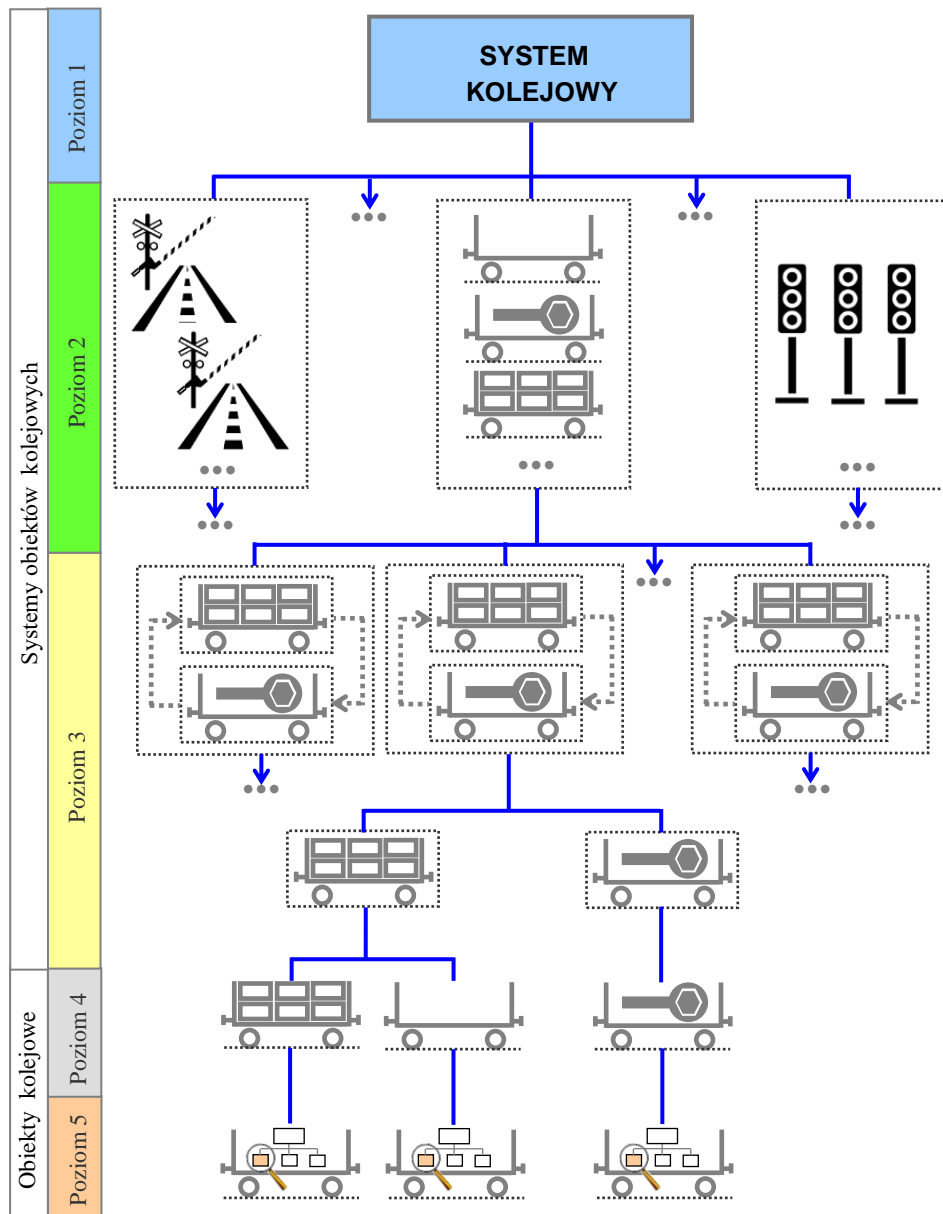
Źródło: opracowanie własne na podstawie [116]

Zastosowanie inżynierii systemów, metodologii systemowej, podejścia obiektowego oraz konfrontacja systemów strukturalnych obiektów systemu kolejowego (rys. 4.5) i uogólnionego modelu systemu technicznego (rys. 4.1), uzasadnia postać modelu systemu kolejowego przedstawioną na rysunku 4.6.

Model systemu kolejowego obrazuje z ilu i z jakich elementów (systemów i obiektów) składa się system kolejowy oraz zachowując taksonomię tych elementów, uzasadnia ich rozmieszczenie na odpowiednich poziomach dekompozycji.

Poziom 1 (rys. 4.6) dekompozycji pełni przede wszystkim funkcję tytułarną prezentując system kolejowy jako byt / system poddawany dekompozycji. Przedstawia on czytelnikowi rozprawę jej ogólny obszar zainteresowań.

Poziom 2 (rys. 4.6) dekompozycji przedstawia podział obiektów systemu kolejowego (zgodnie z wytycznymi prawa europejskiego [196] na systemy strukturalne (rys. 4.5)).



Rys. 4.6. Model systemu kolejowego. Opracowanie własne na podstawie [116]

Poziom 3 (rys. 4.6) powstał na zasadzie analogii do uogólnionego modelu systemu technicznego, a stanowią go systemy eksploatacji obiektów systemu kolejowego składające się z systemu użytkowania oraz systemu utrzymania/obsługiwania.

Poziom 4 (rys. 4.6) dekompozycji stanowią obiekty systemu kolejowego rozumiane jako obiekty techniczne w systemie kolejowym. Wśród obiektów kolejowych można wymienić np. pojazd kolejowy, sygnalizator, licznik osi czy napęd zwrotnicowy.

Poziom 5 (rys. 4.6) to najniższy poziom dekompozycji w zaimplementowanym modelu systemu kolejowego. Stanowią go poszczególne komponenty obiektów systemu kolejowego składające się na całość ich konstrukcji. Każdy obiekt systemu kolejowego może składać się z układów konstrukcyjnych, zespołów, podzespołów, części i ich powierzchni roboczych.

Przedstawiony na rysunku 4.6 model systemu kolejowego, uzasadnia stwierdzenie, że system kolejowy jest systemem technicznym, w którym przy pomocy obiektów kolejowych i systemów obiektów kolejowych, świadczone są dobra / usługi przemieszczania osób i/lub ładunków.

4.3.2 Model zmiany w systemie kolejowym

Przedstawiony w poprzednim podrozdziale model systemu kolejowego (rys. 4.6) oraz zgodnie z ideą uogólnionego modelu zmiany w systemach technicznych (rys. 4.2), w niniejszej części rozprawy zostanie pokazany proces modelowania zmiany w systemie kolejowym. Model zmiany w systemie kolejowym powstanie na podstawie koncepcji uogólnionego modelu zmiany w systemie technicznym (rys. 4.2). Przyjmuje się także, że wprowadzenie zmiany w systemie kolejowym jest warunkowane osiągnięciem akceptowanej wartości wskaźnika zdolności operacyjnej „bezpieczeństwo” w określonym obszarze analiz systemu kolejowego.

Model zmiany w systemie kolejowym jest procesem integrującym następujące trzy fazy (rys. 4.7):

- Faza 1. Wskazywanie obszaru analiz systemu kolejowego do wdrożenia zmiany.
- Faza 2. Wdrażanie zmiany we wskazanym obszarze analiz systemu kolejowego.
- Faza 3. Implementowanie zmienionego obszaru analiz w systemie kolejowym.

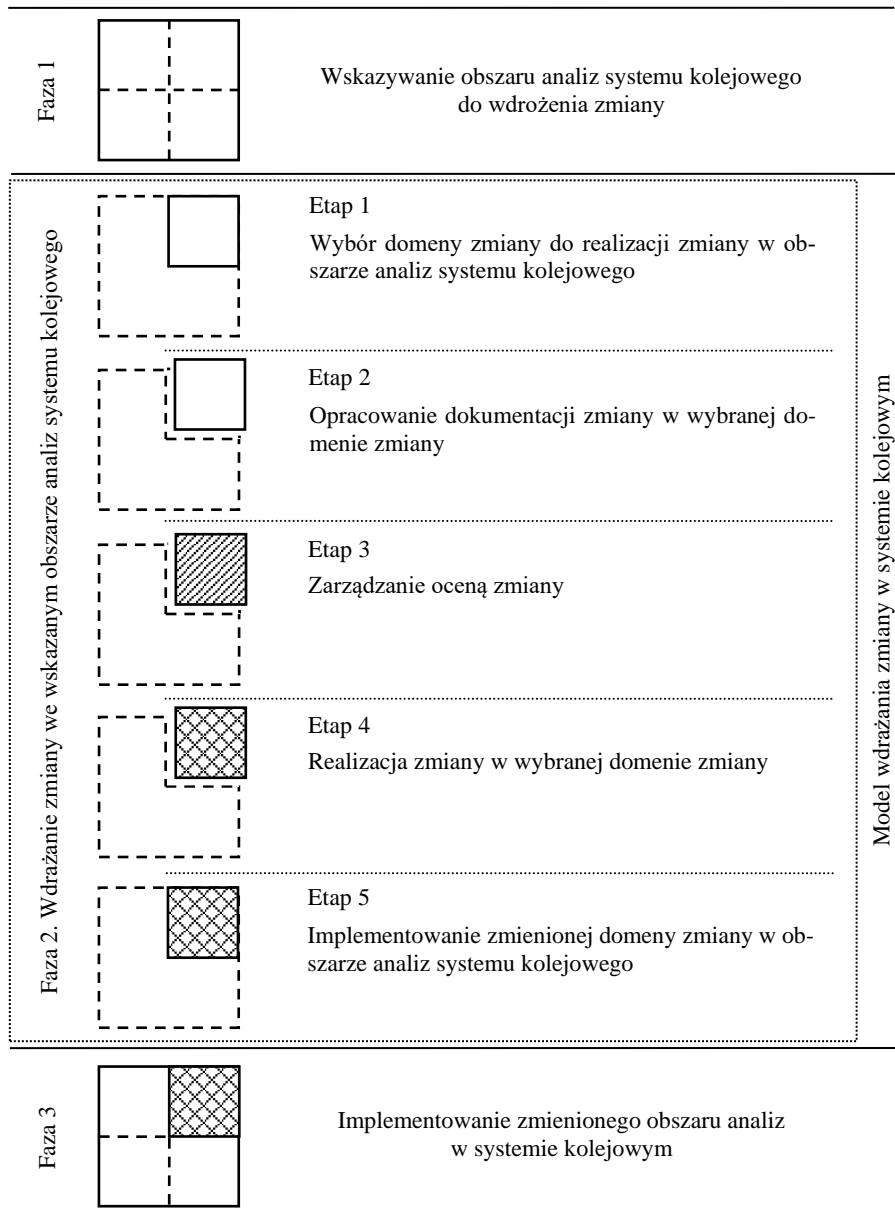
Lokalizowanie obszaru analiz systemu kolejowego do wdrożenia zmiany (faza 1) i jego implementowanie po zmianie (faza 3), można pokazać na tle modelu systemu kolejowego, tak jak to zrealizowano w rozdziale 5 (rys. 5.1 i rys. 5.2). Miejsce obszaru analiz zależy od zainteresowania – w wyniku wdrożenia zmiany – osiągnięciem akceptowanej wartości wskaźnika zdolności operacyjnej „bezpieczeństwo” oraz od zainteresowania określonym poziomem dekompozycji jednego z pięciu systemów strukturalnych obiektów systemu kolejowego.

Proces wdrażania zmiany we wskazanym obszarze analiz systemu kolejowego (faza 2) odbywa się w jednej odpowiednio wybranej (wyodrębnionej, wytypowanej) – z tego obszaru analiz – domenie zmiany. Pozostałe domeny obszaru analiz traktowane są jako domeny sąsiadujące, w których żadne przedsięwzięcia związane ze zmianą nie powinny być podejmowane oraz nie mogą ujawniać się w nich żadne skutki (tzn. m.in. zmiany stanów domen sąsiadujących) wynikające z wdrożenia zmiany w domenie zmiany.

4.3.3 Model wdrażania zmiany w systemie kolejowym

Proces wdrażania zmiany we wskazanym obszarze analiz systemu kolejowego (model wdrażania zmiany w systemie kolejowym) można podzielić na pięć następujących etapów (rys. 4.7):

- Etap 1. Wybór domeny zmiany do realizacji zmiany w obszarze analiz systemu kolejowego (obszar analiz – duży kwadrat / linia kreskowa; domena zmiany – mały kwadrat bez wypełnienia / linia ciągła),
- Etap 2. Opracowanie dokumentacji zmiany w wybranej domenie zmiany (domeny sąsiadujące – $\frac{3}{4}$ dużego kwadratu / linia kreskowa; wydzielona domena zmiany – mały kwadrat bez wypełnienia / linia ciągła),
- Etap 3. Zarządzanie oceną zmiany (domeny sąsiadujące – $\frac{3}{4}$ dużego kwadratu / linia kreskowa; wydzielona domena zmiany wirtualnie zmieniona – mały kwadrat wypełniony deseniem ukośnym w górę / linia ciągła),
- Etap 4. Realizacja zmiany w wybranej domenie zmiany (domeny sąsiadujące – $\frac{3}{4}$ dużego kwadratu / linia kreskowa; wydzielona domena zmiany realnie zmieniona – mały kwadrat wypełniony deseniem kontur karo / linia ciągła),
- Etap 5. Implementowanie zmienionej domeny zmiany w obszarze analiz systemu kolejowego (obszar analiz – duży kwadrat / linia kreskowa; domena zmiany realnie zmieniona – mały kwadrat wypełniony deseniem kontur karo / linia ciągła).



Rys. 4.7. Modele zmiany i wdrażania zmiany w systemie kolejowym

Zaproponowana liczba etapów i ich zakresy procedowania (procesy etapów wdrażania zmiany) odpowiadają wymaganiom systemów zarządzania (system zarządzania bezpieczeństwem [136], system zarządzania utrzymaniem [138]) stosowanym w systemie kolejowym (w przedsiębiorstwach kolejowych).

W dalszej części niniejszego podrozdziału, w tabelach 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 i 4.6, szczegółowo rozpisano procesy związane z poszczególnymi etapami modelu wdrażania zmiany w systemie kolejowym.

Tabela 4.2

Szczegółowy zapis procesów etapu 1 modelu wdrażania zmiany w systemie kolejowym

Nazwa etapu	Kroki	
Etap 1. Wybór domeny zmiany do realizacji zmiany w obszarze analiz systemu kolejowego	1	Analiza struktury domen obszaru analiz systemu kolejowego
	2	Wybór domeny zmiany do procedowania

Źródło: opracowanie własne

Tabela 4.3

Szczegółowy zapis procesów etapu 2 modelu wdrażania zmiany w systemie kolejowym

Nazwa etapu	Podetapy		Kroki	
Etap 2. Opracowanie dokumentacji zmiany w wybranej domenie zmiany	2.1	Pozyskiwanie i opracowywanie materiałów źródłowych związanych ze zmianą	1	Opracowanie materiałów źródłowych i analiza stanu domeny zmiany przed zmianą
			2	Opracowanie materiałów źródłowych i analiza stanu domeny zmiany po zmianie
	2.2	Przygotowywanie wniosku o zmianę	1	Wypełnienie części merytorycznej wniosku o zmianę wg wymaganej specyfikacji
			2	Wypełnienie części formalnej wniosku o zmianę wg wymaganej specyfikacji
			3	Przekazanie wniosku o zmianę do jego rejestracji
	2.3	Rejestrowanie wniosku o zmianę	1	Analiza możliwości zarejestrowania wniosku o zmianę
			2	Skierowanie wniosku o zmianę do korekty lub jego zarejestrowanie
			3	Przekazanie zarejestrowanego wniosku o zmianę do dalszego procedowania

Źródło: opracowanie własne

Tabela 4.4

Szczegółowy zapis procesów etapu 3 modelu wdrażania zmiany w systemie kolejowym

Nazwa etapu	Podetapy		Kroki	
Etap 3. Zarządzanie oceną zmiany	3.1	Zespół ekspertów do oceny zmiany	1	Powołanie zespołu ekspertów do oceny zmiany
			2	Przekazanie zespołowi ekspertów dokumentacji do oceny zmiany
	3.2	Ocena zmiany [#]	1	Weryfikacja zagrożeń sformułowanych w domenie zmiany przed zmianą
			2	Formułowanie dodatkowych zagrożeń na podstawie stanów domeny zmiany po zmianie
			3	Specyfikacja pełnego zbioru zagrożeń do wykorzystania w procesie oceny zmiany
			4	Model ryzyka zagrożeń do wykorzystania w procesie oceny zmiany
			5	Szacowanie wartości miar ryzyka zagrożeń wykorzystanych w procesie oceny zmiany
			6	Określanie wpływu zagrożeń na stan „bezpieczeństwo” domeny zmiany po zmianie
			7	Badanie zdolności domeny zmiany po zmianie do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo” oraz wnioskowanie o akceptację zmiany lub jej odrzucenie
	3.3	Raport z oceny zmiany	1	Uzgodnienie w zespole ekspertów struktury raportu z oceny zmiany
			2	Opracowanie części formalnych i części merytorycznej raportu z oceny zmiany

[#]) Ocena zmiany (podetap etapu zarządzania zmianą) jest podstawą podejmowania decyzji o realizacji zmiany. Proces oceny zmiany w systemie kolejowym może być prowadzony według algorytmów modelu oceny zmiany (podrozdz. 4.3.4).

Źródło: opracowanie własne

Tabela 4.5

Szczegółowy zapis procesów etapu 4 modelu wdrażania zmiany w systemie kolejowym

Nazwa etapu	Kroki	
Etap 4. Realizacja zmiany w wybranej domenie zmiany	1	Poinformowanie najwyższego kierownictwa organizacji o zmianie
	2	Skierowanie zmiany do realizacji
	3	Zrealizowanie zmiany
	4	Modyfikacja rejestru zagrożeń wynikająca z zrealizowania zmiany
	5	Sprawdzenie zrealizowania zmiany

Źródło: opracowanie własne

Tabela 4.6

Szczegółowy zapis procesów etapu 5 modelu wdrażania zmiany w systemie kolejowym

Nazwa etapu	Kroki	
Etap 5. Implementowanie zmienionej domeny zmiany w obszarze analiz systemu kolejowego	1	Aplikacja zmienionej domeny zmiany w obszarze analiz
	2	Opracowanie protokołu zdawczo-odbiorczego z realizacji zmiany w obszarze analiz

Źródło: opracowanie własne

Zaprezentowany tu model wdrażania zmiany w systemie kolejowym wraz z jego uzupełnieniami (m.in. w postaci zestawień tabelarycznych zapisów procesów modelu wdrażania zmiany), jest znacznym rozwinięciem oraz uszczegółowieniem przedstawionego wcześniej uogólnionego wdrażania zmiany (podrozdz. 4.2.3) w systemie technicznym.

4.3.4 Model oceny zmiany w systemie kolejowym

Przedstawiony w tabeli 4.4 (podrozdz. 4.3.3) zapis procesów jest początkiem modelu zarządzania oceną zmiany. W takim modelu jest miejsce na zagnieżdżenie w nim modelu oceny zmiany do zastosowań w systemie kolejowym.

Model oceny zmiany może być podstawą podejmowania decyzji o realizacji zmiany i spełnianie wymogi zarządzania bezpieczeństwem w systemie kolejowym. Zapis efektów procedowania wg takiego typu modelu, stanowi obowiązkową część raportów w sprawie bezpieczeństwa. W tabeli 4.7 zaprezentowano rozbudowaną propozycję składowych (siedem kroków) modelu oceny zmiany.

Tabela 4.7

Model oceny zmiany do zastosowań w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego (objaśnienia wykorzystanych / użytych zmiennych znajdują się w początkowej części rozprawy pt. „Wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń” – s. 11–13; objaśnienia niektórych użytych pojęć można znaleźć w Załączniku Z pt.: „Baza pojęć rozprawy”)

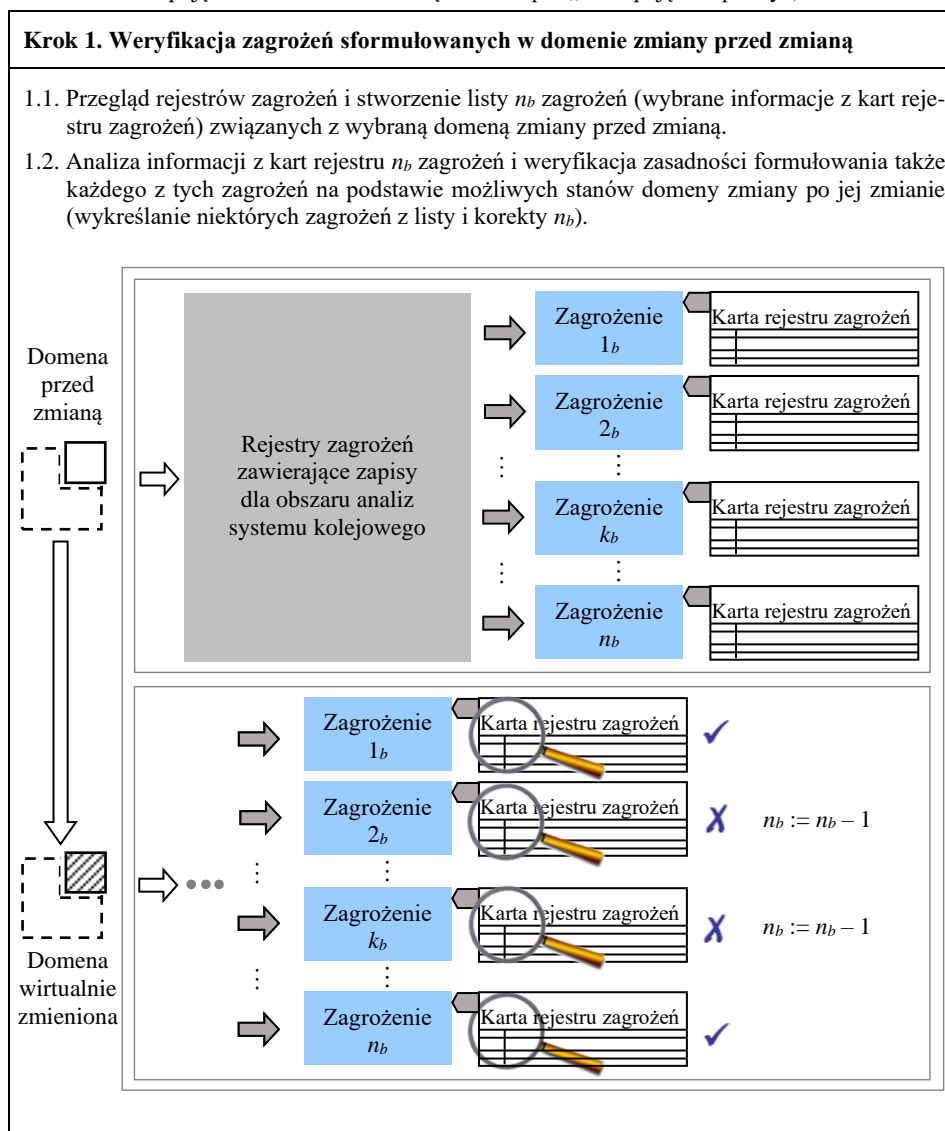


Tabela 4.7 cd.

Krok 2. Formułowanie dodatkowych zagrożeń na podstawie stanów domeny zmiany po zmianie	
<p>2.1. Realizacja procesu identyfikacji zagrożeń metodą w przód, w tym sformułowanie zagrożeń, na podstawie n_a rozpoznanych dodatkowych możliwych stanów domeny zmiany po zmianie.</p> <p>2.2. Przygotowanie n_a kart do rejestru zagrożeń sformułowanych na podstawie możliwych stanów domeny zmiany po jej zmianie.</p>	
<p style="text-align: center;">Proces identyfikacji zagrożeń metodą w przód</p>	
Krok 3. Specyfikacja pełnego zbioru zagrożeń do wykorzystania w procesie oceny zmiany	
$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_{n_b}, z_{n_b+1}, z_{n_b+2}, \dots, z_{n_b+n_a}\}$	
Krok 4. Model ryzyka zagrożeń do wykorzystania w procesie oceny zmiany	
$K = \{K_1, K_2, \dots, K_m\}$ $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ $R(z_k) = f(v_i, r_i(z_k)), \quad k = 1, 2, \dots, n_b + n_a; \quad i = 1, 2, \dots, m$ $R_{\text{Min}}, R_{\text{Dop}}, R_{\text{Max}}$	

Tabela 4.7 cd.

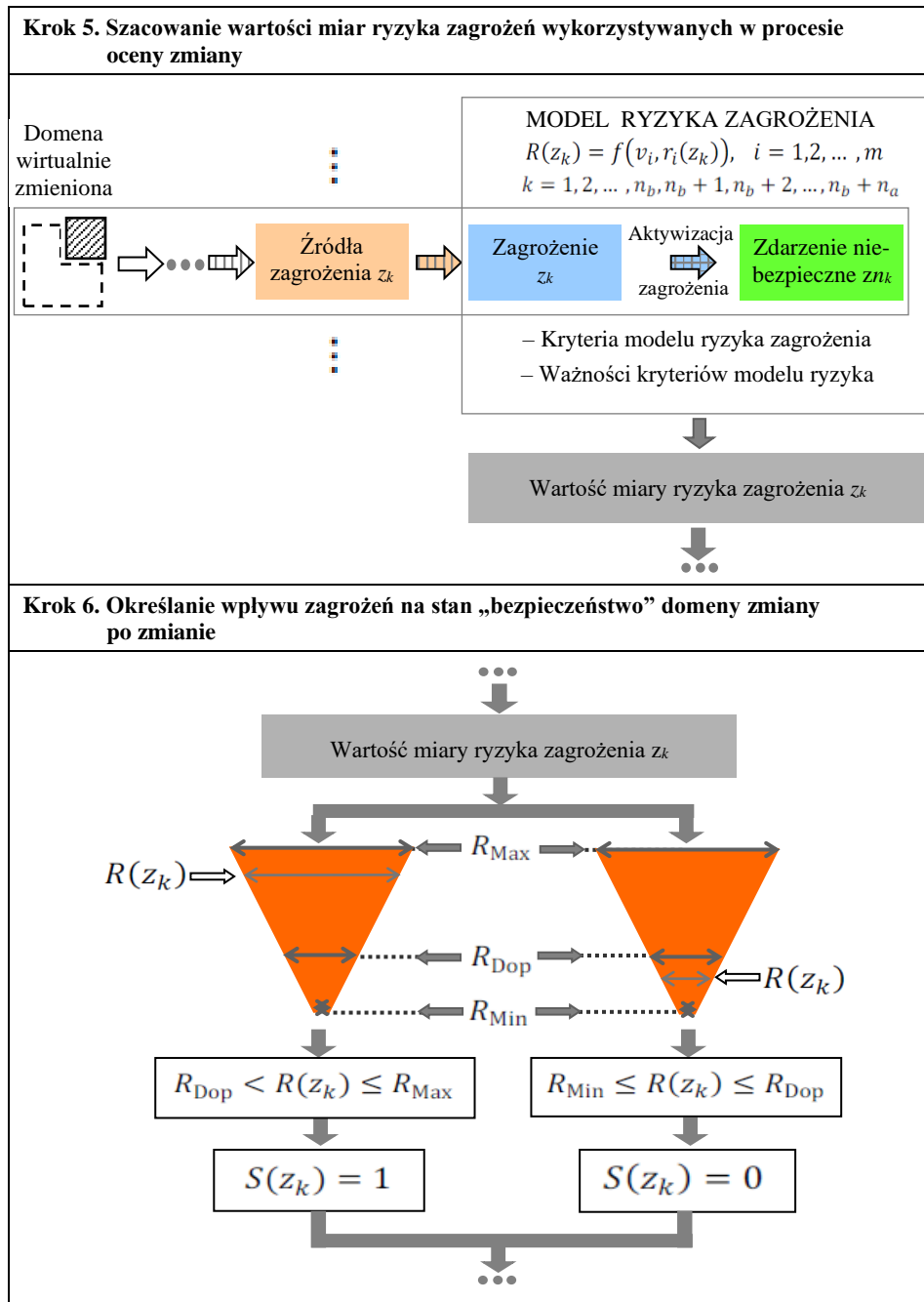
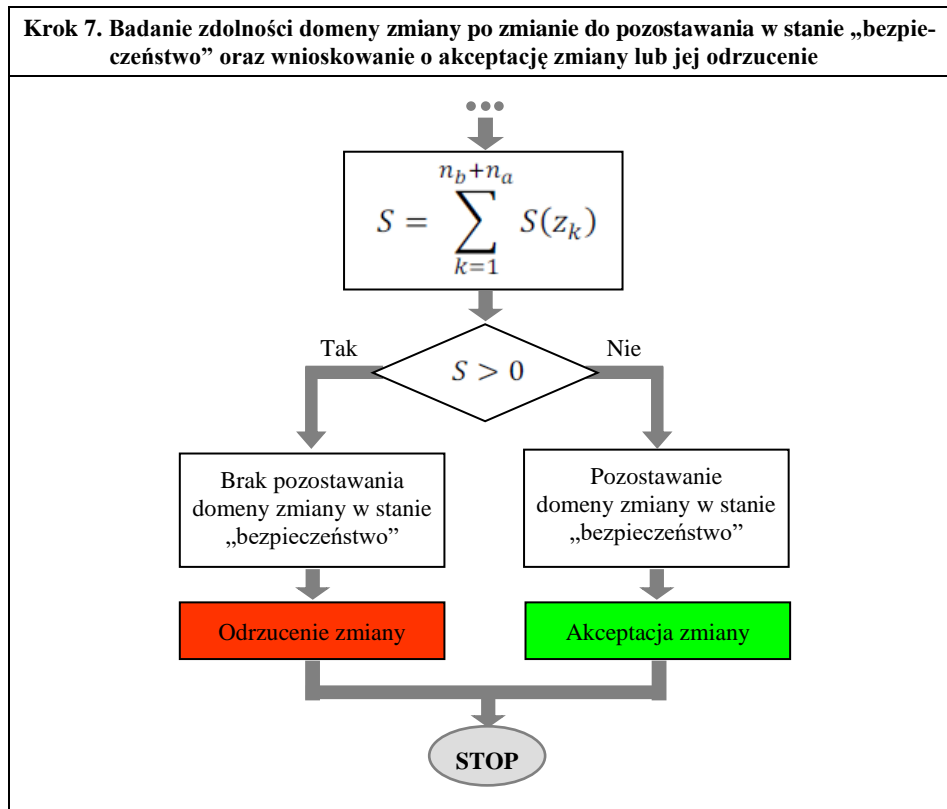


Tabela 4.7 cd.



Źródło: opracowanie własne na podstawie [65, 115, 116, 117]

Wprowadzanie zmian w systemie kolejowym wymaga uporządkowania nie tylko pod kątem ich wdrażania, ale przede wszystkim pod kątem ich oceny. Zaprezentowany tu model oceny zmiany zapewne porządkuje znaczną część procedowania związanego z zarządzaniem oceną zmiany.

Wartym podkreślenia jest fakt, że procedowanie z wykorzystaniem modelu oceny zmiany odbywa się ramach tylko wirtualnie zmienionej domeny zmiany. W takiej sytuacji, jeżeli wynik wnioskowania o akceptację zmiany wskazuje na jej odrzucenie, to bezproblemowo można do zmiany wprowadzać korekty lub całkowicie z niej zrezygnować.

Zaproponowany w niniejszym podrozdziale model oceny zmiany można rekomendować do wykorzystywania w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego.

4.4 Podsumowanie

Przy tworzeniu modeli zmiany dostosowanych do zastosowań technicznych, dostępna wiedza na ten temat, pochodząca głównie z nauk o zarządzaniu, jest niewystarczająca. Dlatego, w niniejszym rozdziale, opracowano i zaprezentowano algorytmy oraz efekty procesów modelowania zmiany w uogólnionym systemie technicznym, a w sposób uszczegółowiony, w systemie kolejowym.

W pierwszej części rozdziału wykorzystano znany z literatury uogólniony model systemu technicznego i zaproponowano koncepcję jego powiązania z uogólnionym modelem zmiany oraz z dwoma uogólnionymi postaciami modeli zagnieżdżonych w modelu zmiany. W grupie uwzględnionych modeli zagnieżdżonych w modelu zmiany, znalazły się, integrujący kilka etapów model wdrażania zmiany oraz model oceny zmiany.

Na drugą część rozdziału składają się osiągnięcia w zakresie koncepcji modeli i opracowania szczegółowych algorytmów procesów i procedur modeli związanych ze zmianami w systemie kolejowym. W szczególności, przedstawiono koncepcję odwzorowywania systemu kolejowego, stworzono i zaprezentowano nowy model zmiany oraz opracowano i opisane m.in. szczegółowe algorytmy modelu oceny zmiany. Przedstawiony nowy model zmiany w systemie kolejowym jest zgodny z wymaganiami prawnymi i normatywnymi. Zaproponowany model zmiany systemu kolejowego został zbudowany w oparciu o wymagania systemów zarządzania bezpieczeństwem wdrożonych w przedsiębiorstwach kolejowych.

Według autorki niniejszej rozprawy, w literaturze przedmiotu brak jest dotychczas wskazań na – podobne do tych jakie zaprezentowano w tym rozdziale – narzędzia do modelowania zmian w systemach technicznych, a w szczególności w systemie kolejowym.

5 ZASTOSOWANIA MODELI ZMIANY I OCENY ZMIANY W ZARZĄDZANIU BEZPIECZEŃSTWEM SYSTEMU KOLEJOWEGO

5.1 Wprowadzenie

W poprzednim rozdziale rozprawy, w wyniku realizowanych systematycznie procesów modelowania, opracowano m.in. oryginalny model zmiany dedykowany zarządzaniu bezpieczeństwem w systemie kolejowym. W stworzonym modelu zmiany zagnieżdżone są m.in. – również oryginalne – model wdrażania zmiany w obszarze analiz systemu kolejowego oraz model oceny zmiany w wybranej stosownie do potrzeb domenie zmiany z obszaru analiz systemu kolejowego.

Niniejszy rozdział powołano do realizacji zadania weryfikacji możliwości zastosowania algorytmów stworzonego modelu zmiany i jego składowych oraz wykazania ich przydatności w zarządzaniu bezpieczeństwem na wybranych poziomach dekompozycji systemu kolejowego. Niestety wdrożenie algorytmów stworzonych modeli w realnych warunkach funkcjonowania systemów strukturalnych systemu kolejowego w Polsce – wyłącznie w celu ich weryfikacji – nie jest możliwe w dającym się przewidzieć czasie. Dlatego zdecydowano się, niniejszą weryfikację algorytmów stworzonych modeli, przeprowadzić na dwóch przykładach pozwalających wykazać, że uzyskane na ich podstawie wyniki są logiczne i spójne.

Pierwszy przykład ilustruje pełen zakres możliwości wykorzystania modelu zmiany i modelu oceny zmiany w systemie sterowanie – urządzenia przytorowe systemu kolejowego (podrozdz. 5.2).

Drugi z przedstawionych przykładów (podrozdz. 5.3) jest prezentacją wyników, uzyskanych przez zespół ekspertów, zastosowania modelu oceny zmiany w systemie infrastruktura systemu kolejowego.

5.2 Zastosowanie modeli zmiany i oceny zmiany w systemie sterowanie – urządzenia przytorowe systemu kolejowego

5.2.1 Wskazywanie obszaru analiz systemu kolejowego do wdrożenia zmiany

W południowo-wschodniej Polsce znajduje się istotny węzeł transportu kolejowego, przez który przechodzą trzy linie kolejowe. Z węzłem tym związana jest stacja kolejowa, z której obiektów/urządzeń w ciągu doby korzysta ok. 8 tys. pasażerów.

Przedmiotowy węzeł ze stacją kolejową poddany został przebudowie. W ramach tej przebudowy powstały nowe wyższe perony, nowe wiaty z poczekalniami dla pasażerów oraz nowe przejścia pod torami kolejowymi. Wymieniono także

tory kolejowe i sieć trakcyjną oraz – z mechanicznych na automatyczne – niektóre urządzenia sterowania ruchem kolejowym.

Realizacja zadań przewozowych w węźle kolejowym wymaga użytkowania obiektów (w ramach ich systemów eksploatacji) przynależnych do wszystkich systemów strukturalnych (rys. 4.5) systemu kolejowego.

Analiza możliwości prawidłowej realizacji zadań przewozowych w ramach przebudowanego węzła ze stacją kolejową wykazała, że nowo wybudowana wiatą częściowo zasłania sygnalizator świetlny uniemożliwiając mu niekiedy realizację postawionych przed nim zadań (dostarczanie zawsze prawidłowych sygnałów do kabiny określonego pociągu, w której oczekuje na nie maszynista).

Wyeliminowanie częściowego zasłaniania przez wiatę sygnałów generowanych za pomocą sygnalizatora świetlnego jest możliwe poprzez zmniejszenie wysokości jego masztu. Taka zmiana w systemie kolejowym jest możliwa pod warunkiem poddania jej procedowaniu w ramach wdrażania zmiany.

Niniejsze uwarunkowania uzasadniają przyjęcie odpowiedniego obszaru analiz systemu kolejowego do wdrożenia w nim zmiany (faza 1). Wykorzystując pojęcie modelu systemu kolejowego, ten obszar analiz pokazano na rysunku 5.1. Wskazany obszar analiz systemu kolejowego obejmuje:

- systemy eksploatacji obiektów systemu kolejowego (rys. 5.1 – poziom 3),
- obiekty systemu kolejowego (rys. 5.1 – poziom 4),
- komponenty obiektów systemu kolejowego (rys. 5.1 – poziom 5),

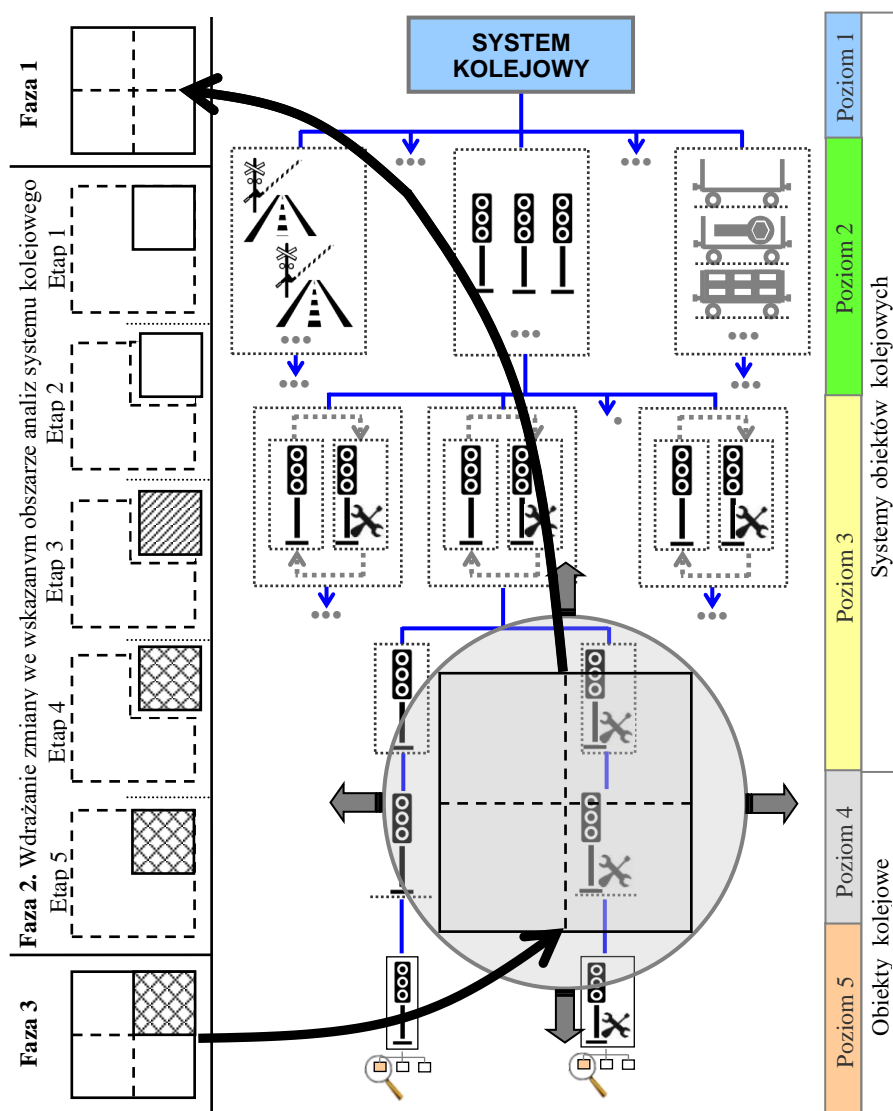
które zlokalizowane są lub miejscem ich lokalizacji może być teren przedstawianego tu węzła ze stacją kolejową.

5.2.2 Wdrażanie zmiany we wskazanym obszarze analiz systemu kolejowego

Wdrażanie zmiany we wskazanym obszarze analiz systemu kolejowego (faza 2 na rys. 5.1), jest częścią modelu zmiany w systemie kolejowym i procedowane jest w ramach modelu wdrażania zmiany w systemie kolejowym (rys. 4.7). Dalej model wdrażania zmiany, we wskazanym w fazie 1 obszarze analiz systemu kolejowego, realizowany jest w pięciu etapach.

Etap 1. Wybór domeny zmiany do realizacji zmiany w obszarze analiz systemu kolejowego

Wskazany wcześniej (faza 1) zakres obszaru analiz, można ograniczyć do badania stanów domeny zmiany stanowiącej tylko jego część. Podstawę wyboru tej domeny stanowi założenie, że wszystkie źródła zagrożeń jej stanów przed i po zmianie są wystarczające do procedowania wdrażania zmiany polegającej na zmniejszeniu wysokości masztu sygnalizatora świetlnego eksploatowanego na terenie węzła ze stacją kolejową (wybraną domenę zmiany dalej oznacza się skrótem literowym WST).



Rys. 5.1. Schemat lokalizacji obszaru analiz w systemie kolejowym do procedowania wdrażania zmiany w węźle ze stacją kolejową. Opracowanie własne na podstawie [116]

Na podstawie niniejszego założenia domena WST do procedowania wdrażania zmiany na terenie węzła ze stacją kolejową obejmuje:

- w ramach systemu „Infrastruktura” systemu kolejowego:
 - systemy użytkowania obiektów systemu „Infrastruktura”,

- obiekty systemu „Infrastruktura” (m.in.: perony, wiaty z poczekalniami dla pasażerów, tory kolejowe, przejścia pod torami kolejowymi),
- użytkownicy obiektów systemu „Infrastruktura” (m.in.: pasażerowie użytkujący perony, wiaty i przejścia pod torami, pracownicy bezpośrednio związani z prowadzeniem ruchu kolejowego, pociągi użytkujące tory kolejowe),
- w ramach systemu „Energia” systemu kolejowego:
 - systemy użytkowania obiektów systemu „Energia”,
 - obiekty systemu „Energia” (m.in. sieć trakcyjna),
 - użytkownicy obiektów systemu „Energia” (m.in. pociągi użytkujące sieć trakcyjną),
- w ramach systemu „Tabor” systemu kolejowego:
 - systemy użytkowania obiektów systemu „Tabor”,
 - obiekty systemu „Tabor” (m.in.: pociągi, pojazdy trakcyjne, składy wagonów pasażerskich i towarowych),
 - użytkownicy obiektów systemu „Tabor” (m.in.: maszyniści pojazdów trakcyjnych, drużyny konduktorskie, pasażerowie pociągów, pracownicy bezpośrednio związani z prowadzeniem ruchu kolejowego, towary, a w tym towary niebezpieczne),
- w ramach systemu „Sterowanie – urządzenia przytorowe” systemu kolejowego:
 - systemy eksploatacji obiektów systemu „Sterowanie – urządzenia przytorowe” (systemy użytkowania, systemy obsługi),
 - obiekty systemu „Sterowanie – urządzenia przytorowe” (m.in. sygnalizatory świetlne),
 - komponenty obiektów systemu „Sterowanie – urządzenia przytorowe” (m.in. maszty sygnalizatorów świetlnych),
 - użytkownicy obiektów systemu „Sterowanie – urządzenia przytorowe” (m.in. maszyniści pojazdów trakcyjnych).

Etap 2. Opracowanie dokumentacji zmiany w wybranej domenie zmiany

Zacznem do opracowania dokumentacji zmiany polegającej na zmniejszeniu wysokości maszty sygnalizatora świetlnego eksploatowanego na terenie węzła ze stacją kolejową, jest pozyskanie i zgromadzenie materiałów źródłowych dotyczących domeny WST, która została zadeklarowana jako przestrzeń procedowania wdrażania tej zmiany.

W ramach dokumentacji źródłowej dotyczącej domeny WST przed zmianą warto pozyskać:

- Dokumentację techniczno-ruchową sygnalizatora świetlnego typu Eta (edycja 1.0),
- Instrukcję doboru masztów do sygnalizatorów świetlnych typu Eta,

- Projekt wykonawczy sygnalizatorów świetlnych typu Eta (edycja 1.0),
- Normę PN-EN 090-2:2018-09 – Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych. Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych [208],
- Instrukcję zarządcy infrastruktury: Wymagania techniczne dla sygnalizatorów stosowanych na liniach kolejowych oraz ich konstrukcji wsporczych Ie-117 [204],
- Wytyczne techniczne budowy urządzeń sterowania ruchem kolejowym Ie-4 (WTB-E10) [205],
- Instrukcję konserwacji, przeglądów oraz napraw bieżących urządzeń sterowania ruchem kolejowym Ie – 12 (E-24) [202].

Zakłada się, że prawie całość dokumentacji źródłowej sprzed zmiany jest aktualna po zrealizowaniu zmiany. Istnieje tylko potrzeba przygotowania edycji 2.0 „Projektu wykonawczego sygnalizatorów świetlnych typu Eta”. Ważną informacją dla procedowania wdrożenia przedmiotowej zmiany jest fakt, że w dokumentacji techniczno-ruchowej sygnalizatorów świetlnych typu Eta istnieje zapis dopuszczający możliwość zmniejszenie wysokości ich masztów.

Zasadniczą częścią dokumentacji zmiany jest wniosek o zmianę. Wniosek ten opracowuje dyrektor biura technicznego. Ułatwieniem w tym procesie jest możliwość skorzystania z szablonu formularza wniosku o zmianę. Wypełniony formularz wniosku o zmianę opisaną jako: „Zmniejszenie o 0,5 m wysokości masztu sygnalizatora świetlnego typu Eta o numerze seryjnym 103”, przedstawiono w formacie tabeli 5.1.

Finalną operacją procesu przygotowywania dokumentacji zmiany jest przekazanie opracowanego wniosku o zmianę do biura bezpieczeństwa z prośbą o jego zarejestrowanie i dalsze procedowanie.

Niniejszym w tej części rozprawy zakłada się fakt, że przekazany do biura bezpieczeństwa wniosek o zmianę nie wymaga korygowania. Na tej podstawie wniosek o zmianę jest zarejestrowany zgodnie z obowiązującymi procedurami.

Etap 3. Zarządzanie oceną zmiany

Zespół ekspertów do oceny zmiany

Po wewnętrznych uzgodnieniach w ramach systemu kolejowego powołuje się zespół ekspertów do oceny zmiany. Do pracy w zespole zaprasza się dyrektora biura technicznego, przedstawiciela biura bezpieczeństwa oraz kierownika technicznego projektu. Następnie za pomocą poczty elektronicznej przekazuje się zespołowi ekspertów dokumentację do oceny zmiany.

Istotną częścią dokumentacji jest aktualny rejestr zagrożeń dla analizowanej domeny. Zgodnie z informacjami z rejestru zagrożeń, ryzyko wybranych zagrożeń z sytuacji przed zmianą w analizowanej domenie WST uznaje się za niedopuszczalne. Ważnym dokumentem jest edycja 2.0 projektu wykonawczego sygnaliza-

Tabela 5.1

Formularz wniosku o zmianę „Zmniejszenie o 0,5 m wysokości masztu sygnalizatora świetlnego typu Eta o numerze seryjnym 103”

Wniosek o zmianę w systemie kolejowym	
Obiekt	Sygnalizator świetlny typu Eta
Numer wniosku	1/SRK/2020
Autor i data	dyrektor biura technicznego, 25.01.2020 r.
System	Infrastruktura, energia, tabor, sterowanie – urządzenia przytorowe.
Dokumentacja domeny przed zmianą	Całość dokumentacji przed zmianą znajduje się w wewnętrznej sieci pod adresami: – projekt wykonawczy (www.intranet.projekt_1.0_eta_srk.pl), – dtr (www.intranet_dtr_1.0_eta_srk.pl), – instrukcje (www.intranet_instrukcje_srk.pl), – norma (www.intranet_normy_srk.pl).
Przyczyna zmiany	Aby zapewnić maszyniście możliwość prawidłowej interpretacji sygnałów wyświetlanych przez sygnalizator świetlny typu Eta, który częściowo jest zasłaniany przez nowo wybudowaną wiatę peronową, konieczne jest zmniejszenie o 0,5 m wysokości masztu, na którym zamontowany jest sygnalizator. Maszt jest przeznaczony do montażu latarni sygnałowej i jest mocowany do fundamentu. Ryzyko niektórych zagrożeń zidentyfikowanych w analizowanej domenie wg jej stanu „przed zmianą” – wg autorów niniejszego wniosku – wycenione zostało jako „niedopuszczalne”.
Dokumentacja domeny po zmianie	Zmiany wprowadzono w dokumencie, który znajduje się w wewnętrznej sieci pod adresem www.intranet_2.0_eta_srk.pl
Opis zmiany	Zmniejszenie o 0,5 m wysokości masztu sygnalizatora świetlnego typu Eta o numerze seryjnym 103.
Czy pojawią się nowe obiekty?	Nie pojawiają się nowe obiekty.
Czy zmienia się obiekt?	Tak. Zmniejsza się o 0,5 m wysokość masztu sygnalizatora.
Czy zmienia się oprogramowanie?	Zmiana nie dotyczy oprogramowania.
Czy zostały przeprowadzone testy, badania?	Tak. Wskazano, że opracowane rozwiązanie jest zgodne z wymaganiami normy PN-EN 1090-2:2018-09 „Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych – część 2: wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych”.
Czy zmiana była konsultowana z podmiotem zewnętrznym?	Zmianę konsultowano z zarządcą infrastruktury.
Uwagi/komentarze	W związku z koniecznością uruchomienia stacji i prowadzenia ruchu kolejowego, na realizację zmiany przewidziano 1 tydzień roboczy.
Podpis dyrektor biura technicznego

Źródło: opracowanie własne

torów świetlnych typu Eta, jak również dokumentacja techniczno-ruchowa, która dopuszcza możliwość zmniejszenia wysokości masztu sygnalizatora (w razie takiej potrzeby) po przeprowadzeniu odpowiednich analiz.

W dalszej części prac analizuje się całość zgromadzonych dokumentów. W trakcie przeprowadzonych weryfikacji, uznaje się, że w przygotowanej dokumentacji nie ma błędów formalnych czy też niezgodności oraz błędów merytorycznych, które wymagałyby dokonania korekt. Każdy z przekazanych dokumentów jest opatrzony stosownym podpisem oraz datą.

Ocena zmiany

Zespół ekspertów uznaje, że można przystąpić do oceny zmiany polegającej na zmniejszeniu o 0,5 m wysokości masztu sygnalizatora. Ustala się terminy spotkań zespołu ekspertów podczas których przeprowadzane będą kolejne analizy, zgodnie z krokami wskazanymi w ramach modelu oceny zmiany (rozdział 4 – tab. 4.4 i tab. 4.7).

Krok 1 modelu oceny zmiany. W tym kroku modelu weryfikuje się zagrożenia zidentyfikowane w domenie WST przed zmianą (*before change*). Do realizacji tego zadania wykorzystuje się karty charakterystyk zagrożeń składające się na rejestry zagrożeń. Wybrane informacje (ID zagrożenia, sformułowanie zagrożenia, atrybuty i opisy źródeł zagrożenia, określenie/wskazanie zdarzenia niebezpiecznego będącego wynikiem aktywizacji zagrożenia, opis konsekwencji aktywizacji zagrożenia) z tych zawartych w kartach charakterystyk zagrożeń związanych z wnioskiem o zmianę w domenie WST (tab. 5.1), przedstawia tabela 5.2.

Tabela 5.2

Zestawienie informacji z kart charakterystyk wybranych zagrożeń zidentyfikowanych w domenie zmiany przed zmianą

Zagrożenie 1_b (przed zmianą)	
Możliwość poniesienia strat przez pasażerów pociągu będących konsekwencją nieuprawnionego rozpoczęcia przez maszynistę jazdy pociągu i po pewnym czasie konieczności wdrożenia procedury jego nagłego hamowania.	
<u>Atrybuty i opisy źródeł zagrożenia</u>	
1. RECEIVER	Pasażerowie pociągu
2. ESCALATOR	Złe warunki atmosferyczne sprzyjające błędnemu odczytaniu przez maszynistę pociągu wskazania sygnalizatora świetlnego
3. ESCALATOR	Nie wszyscy pasażerowie pociągu korzystają z miejsc siedzących
4. GENERATOR	Pociąg w ruchu po nieuprawnionym rozpoczęciu jazdy
5. TRIGGER	Wdrożenie przez maszynistę procedury nagłego hamowania pociągu
<u>Zdarzenie niebezpieczne</u>	
Upadki i/lub uderzenia pasażerów o elementy konstrukcyjne wagonów w wyniku zatrzymywania pociągu wg procedury nagłego hamowania.	

Tabela 5.2 cd.

<u>Konsekwencje aktywizacji zagrożenia</u> Uszczerbek na zdrowiu pasażerów pociągu.	
Zagrożenie 2_b (przed zmianą) Możliwość poniesienia strat przez maszynistę pociągu będących konsekwencją błędnej interpretacji przez niego wskazania sygnalizatora świetlnego w wyniku konfliktu w konstrukcji wiaty peronowej i sygnalizatora świetlnego.	
<u>Atrybuty i opisy źródeł zagrożenia</u>	
1. RECEIVER	Maszynista pociągu
2. ESCALATOR	Wiata peronowa częściowo zasłania wskazanie sygnalizatora świetlnego
3. ESCALATOR	Błędna interpretacja wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu
4. GENERATOR	Jednoczesna obecność na drodze kolejowej pociągu i innego obiektu o dużej masie
<u>Zdarzenie niebezpieczne</u> Uderzenie pociągu w inny obiekt o dużej masie znajdujący się na drodze kolejowej.	
<u>Konsekwencje aktywizacji zagrożenia</u> Uszczerbek na zdrowiu lub utrata życia maszynisty pociągu.	
Zagrożenie 3_b (przed zmianą) Możliwość poniesienia strat przez pasażerów pociągu będących konsekwencją błędnej interpretacji przez maszynistę pociągu wskazania sygnalizatora świetlnego w wyniku konfliktu w konstrukcji wiaty peronowej i sygnalizatora świetlnego.	
<u>Atrybuty i opisy źródeł zagrożenia</u>	
1. RECEIVER	Pasażerowie pociągu
2. ESCALATOR	Wiata peronowa częściowo zasłania wskazanie sygnalizatora świetlnego
3. ESCALATOR	Błędna interpretacja wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu
4. GENERATOR	Jednoczesna obecność pociągu i innego obiektu o dużej masie na drodze kolejowej
<u>Zdarzenie niebezpieczne</u> Uderzenie pociągu w inny obiekt o dużej masie znajdujący się na drodze kolejowej.	
<u>Konsekwencje aktywizacji zagrożenia</u> Uszczerbek na zdrowiu lub utrata życia pasażerów pociągu.	
Zagrożenie 4_b (przed zmianą) Możliwość poniesienia strat przez ludzi związanych z obiektem znajdującym się na drodze kolejowej będących konsekwencją błędnej interpretacji przez maszynistę pociągu wskazania sygnalizatora świetlnego w wyniku konfliktu w konstrukcji wiaty peronowej i sygnalizatora świetlnego.	

Tabela 5.2 cd.

<u>Atrybuty i opisy źródeł zagrożenia</u>	
1. RECEIVER	Ludzie związani z obiektem znajdującym się na drodze kolejowej
2. ESCALATOR	Wiata peronowa częściowo zasłania wskazanie sygnalizatora świetlnego
3. ESCALATOR	Błędna interpretacja wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu
4. GENERATOR	Jednoczesna obecność na drodze kolejowej obiektu i pociągu
<u>Zdarzenie niebezpieczne</u>	
Uderzenie obiektu znajdującego się na drodze kolejowej przez pociąg.	
<u>Konsekwencje aktywizacji zagrożenia</u>	
Uszczerbek na zdrowiu lub utrata życia ludzi związanych z obiektem znajdującym się na drodze kolejowej.	
Zagrożenie 5_b (przed zmianą)	
Możliwość poniesienia strat przez dysponentów pojazdów pociągu będących konsekwencją błędnej interpretacji przez maszynistę pociągu wskazania sygnalizatora świetlnego w wyniku konfliktu w konstrukcji wiaty peronowej i sygnalizatora świetlnego.	
<u>Atrybuty i opisy źródeł zagrożenia</u>	
1. RECEIVER	Dysponenci pojazdów pociągu
2. ESCALATOR	Wiata peronowa częściowo zasłania wskazanie sygnalizatora świetlnego
3. ESCALATOR	Błędna interpretacja wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu
4. GENERATOR	Jednoczesna obecność na drodze kolejowej pociągu i innego obiektu o dużej masie
<u>Zdarzenie niebezpieczne</u>	
Uderzenie pociągu w inny obiekt o dużej masie znajdujący się na drodze kolejowej.	
<u>Konsekwencje aktywizacji zagrożenia</u>	
Straty/szkody materialne, niewykonanie zaplanowanej pracy przewozowej.	
Zagrożenie 6_b (przed zmianą)	
Możliwość poniesienia strat przez dysponenta obiektu, który znajduje się na drodze kolejowej będących konsekwencją błędnej interpretacji przez maszynistę pociągu wskazania sygnalizatora świetlnego w wyniku konfliktu w konstrukcji wiaty peronowej i sygnalizatora świetlnego.	
<u>Atrybuty i opisy źródeł zagrożenia</u>	
1. RECEIVER	Dysponent obiektu
2. ESCALATOR	Wiata peronowa częściowo zasłania wskazanie sygnalizatora świetlnego
3. ESCALATOR	Błędna interpretacja wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu
4. GENERATOR	Jednoczesna obecność na drodze kolejowej obiektu i pociągu

Tabela 5.2 cd.

<u>Zdarzenie niebezpieczne</u> Uderzenie obiektu znajdującego się na drodze kolejowej przez pociąg.
<u>Konsekwencje aktywizacji zagrożenia</u> Straty/szkody materialne, niewykonanie zaplanowanej pracy przewozowej.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6, 66, 115, 116, 117]

Po realizacji zmiany w domenie WST zniknie źródło zagrożenia będące sytuacją, że wiata peronowa częściowo zasłania wskazanie sygnalizatora świetlnego. Realizacja wniosku o zmianę w domenie WST jest wyrazem klasycznego sposobu postępowania wobec ryzyka zagrożeń, a polegającego na unikaniu źródeł zagrożenia. W tym przypadku unikanie dotyczy źródła zagrożenia o atrybucie ESCALATOR. Trudno więc jest znaleźć argumenty na zasadność formułowania w domenie WST po zmianie pięciu zagrożeń (2_b , 3_b , 4_b , 5_b , 6_b) z listy przedstawionej w tabeli 5.2. Niniejszym wskazane zagrożenia nie mogą być sformułowane dla domeny WST po zmianie i muszą zostać usunięte z rejestru zagrożeń tej domeny po zrealizowaniu zmiany. Na tej podstawie korekcie podlega także wskaźnik n_b ($n_b = 6 - 5 = 1$).

Krok 2 modelu oceny zmiany. Po przeprowadzonych analizach w zespole ekspertów formułuje się dodatkowe zagrożenia na podstawie stanów domeny WST po zmianie (*after change*), które przedstawia tabela 5.3.

Tabela 5.3

Zestawienie informacji z kart charakterystyk wybranych zagrożeń zidentyfikowanych w domenie zmiany przed zmianą

Zagrożenie 1_a (po zmianie)	
Możliwość poniesienia strat przez maszynistę pociągu będących konsekwencją błędnej interpretacji przez niego wskazania sygnalizatora świetlnego w wyniku jego uszkodzenia przez wyładowanie atmosferyczne.	
<u>Atrybuty i opisy źródeł zagrożenia</u>	
1. RECEIVER	Maszynista pociągu
2. ESCALATOR	Błędna interpretacja wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu
3. GENERATOR	Jednoczesna obecność na drodze kolejowej pociągu i innego obiektu o dużej masie
<u>Zdarzenie niebezpieczne</u>	
Uderzenie pociągu w inny obiekt o dużej masie znajdujący się na drodze kolejowej.	
<u>Konsekwencje aktywizacji zagrożenia</u>	
Uszczerbek na zdrowiu lub utrata życia maszynisty pociągu.	

Tabela 5.3 cd.

Zagrożenie 2_a (po zmianie)	
Możliwość poniesienia strat przez maszynistę pociągu w wyniku błędnego odczytania wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu.	
<u>Atrybuty i opisy źródeł zagrożenia</u>	
1. RECEIVER	Maszynista pociągu
2. ESCALATOR	Błędna interpretacja wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu
3. GENERATOR	Jednoczesna obecność na drodze kolejowej pociągu i innego obiektu o dużej masie
<u>Zdarzenie niebezpieczne</u>	
Uderzenie pociągu w inny obiekt o dużej masie znajdujący się na drodze kolejowej.	
<u>Konsekwencje aktywizacji zagrożenia</u>	
Uszczerbek na zdrowiu lub utrata życia maszynisty pociągu.	
Zagrożenie 3_a (po zmianie)	
Możliwość poniesienia strat przez pasażerów pociągu w wyniku błędnego odczytania wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu.	
<u>Atrybuty i opisy źródeł zagrożenia</u>	
1. RECEIVER	Pasażerowie pociągu
2. ESCALATOR	Błędna interpretacja wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu
3. GENERATOR	Jednoczesna obecność pociągu i innego obiektu o dużej masie na drodze kolejowej
<u>Zdarzenie niebezpieczne</u>	
Uderzenie pociągu w inny obiekt o dużej masie znajdujący się na drodze kolejowej.	
<u>Konsekwencje aktywizacji zagrożenia</u>	
Uszczerbek na zdrowiu lub utrata życia pasażerów pociągu.	
Zagrożenie 4_a (po zmianie)	
Możliwość poniesienia strat przez ludzi związanych z obiektem znajdującym się na drodze kolejowej pociągu w wyniku błędnego odczytania wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu.	
<u>Atrybuty i opisy źródeł zagrożenia</u>	
1. RECEIVER	Ludzie związani z obiektem znajdującym się na drodze kolejowej
2. ESCALATOR	Błędna interpretacja wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu
3. GENERATOR	Jednoczesna obecność na drodze kolejowej obiektu i pociągu
<u>Zdarzenie niebezpieczne</u>	
Uderzenie obiektu znajdującego się na drodze kolejowej przez pociąg.	

Tabela 5.3 cd.

<u>Konsekwencje aktywizacji zagrożenia</u>	
Uszczerbek na zdrowiu lub utrata życia ludzi związanych z obiektem znajdującym się na drodze kolejowej.	
Zagrożenie 5_a (po zmianie)	
Możliwość poniesienia strat przez dysponentów pojazdów pociągu w wyniku błędnego odczytania wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu.	
<u>Atrybuty i opisy źródeł zagrożenia</u>	
1. RECEIVER	Dysponenci pojazdów pociągu
2. ESCALATOR	Błędna interpretacja wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu
3. GENERATOR	Jednoczesna obecność pociągu i innego obiektu o dużej masie na drodze kolejowej
<u>Zdarzenie niebezpieczne</u>	
Uderzenie pociągu w inny obiekt o dużej masie znajdujący się na drodze kolejowej.	
<u>Konsekwencje aktywizacji zagrożenia</u>	
Straty/szkody materialne, niewykonanie zaplanowanej pracy przewozowej.	
Zagrożenie 6_a (po zmianie)	
Możliwość poniesienia strat przez dysponentów obiektu, który znajduje się na drodze kolejowej pociągu w wyniku błędnego odczytania wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu.	
<u>Atrybuty i opisy źródeł zagrożenia</u>	
1. RECEIVER	Dysponenci obiektu
2. ESCALATOR	Błędna interpretacja wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu
3. GENERATOR	Jednoczesna obecność pociągu i innego obiektu o dużej masie na drodze kolejowej
<u>Zdarzenie niebezpieczne</u>	
Uderzenie obiektu znajdującego się na drodze kolejowej przez pociąg.	
<u>Konsekwencje aktywizacji zagrożenia</u>	
Straty/szkody materialne, niewykonanie zaplanowanej pracy przewozowej.	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6, 66, 115, 116, 117]

Krok 3 modelu oceny zmiany. Na podstawie analiz przeprowadzonych w dwóch pierwszych krokach modelu oceny zmiany przyjmuje się, że zbiór zagrożeń do wykorzystania w procesie oceny zmiany w domenie WST jest częścią zbioru zagrożeń zidentyfikowanych w tej domenie przed zmianą (tab. 5.2, $n_b=1$) oraz wszystkich tych zidentyfikowanych po zmianie (tab. 5.3, $n_a=6$), przedstawia się następująco:

$$Z_{WST} = \{z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7\} \quad (5.1)$$

gdzie:

- z_1 – Możliwość poniesienia strat przez pasażerów pociągu będących konsekwencją nieuprawnionego rozpoczęcia przez maszynistę jazdy pociągu i po pewnym czasie konieczności wdrożenia procedury jego nagłego hamowania (zagrożenie 1_b , tab. 5.2),
- z_2 – Możliwość poniesienia strat przez maszynistę pociągu będących konsekwencją błędnej interpretacji przez niego wskazania sygnalizatora świetlnego w wyniku jego uszkodzenia przez wyładowanie atmosferyczne (zagrożenie 1_a , tab. 5.3),
- z_3 – Możliwość poniesienia strat przez maszynistę pociągu w wyniku błędnego odczytania wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu (zagrożenie 2_a , tab. 5.3),
- z_4 – Możliwość poniesienia strat przez pasażerów pociągu w wyniku błędnego odczytania wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu (zagrożenie 3_a , tab. 5.3),
- z_5 – Możliwość poniesienia strat przez ludzi związanych z obiektem znajdującym się na drodze kolejowej pociągu w wyniku błędnego odczytania wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu (zagrożenie 4_a , tab. 5.3),
- z_6 – Możliwość poniesienia strat przez dysponentów pojazdów pociągu w wyniku błędnego odczytania wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu (zagrożenie 5_a , tab. 5.3),
- z_7 – Możliwość poniesienia strat przez dysponentów obiektu, który znajduje się na drodze kolejowej pociągu w wyniku błędnego odczytania wskazania sygnalizatora świetlnego przez maszynistę pociągu (zagrożenie 6_a , tab. 5.3).

Krok 4 modelu oceny zmiany. Na potrzeby przeprowadzenia szacowania i wyceny ryzyka zagrożeń zidentyfikowanych w domenie WST wybrano model ryzyka R-WST. Podobny model ryzyka wykorzystywany jest przez zarządcę infrastruktury [203], a w literaturze przedmiotu pojawia się w metodzie oceny ryzyka o akronimie FMEA. Dalej przedstawiona jest idea tego modelu przy wykorzystaniu stosowanych w tej rozprawie języka pojęć i symboliki.

W modelu ryzyka zagrożeń wskazanych w ramach domeny WST, przyjmuje się następujący zbiór kryteriów analizy:

$$K_{WST} = \{K_1, K_2, K_3\} \quad (5.2)$$

gdzie:

- K_1 – kryterium możliwości aktywizacji zagrożenia,
- K_2 – kryterium możliwości wykrycia rozpoznanych źródeł zagrożenia,

K_3 – kryterium wartości/wielkości strat/szkód ponoszonych w wyniku aktywizacji zagrożenia.

Kryteria K_1 i K_2 służą do wyznaczenia składowych zagregowanej miary możliwości aktywizacji zagrożenia (pojawienia się strat/szkód) oraz możliwości wykrywania rozpoznanych źródeł zagrożenia. Kryterium K_3 służy zaś do skwantyfikowania wartości/wielkości strat/szkód, które pojawiają się jako konsekwencje aktywizacji zagrożenia. Zadaniem analiz przeprowadzanych według zaproponowanego modelu jest wyznaczenie – w ramach każdego kryterium oddzielnie – jednego z dziesięciu poziomów dla trzech cech zagrożenia według zasady zapisanej formułami (5.3) i (5.4):

$$\Omega_i = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}, \quad i = 1, 2, 3 \quad (5.3)$$

$$\omega_i(z_k) = \omega_{i,j}, \quad \omega_{i,j} \in \Omega_i, \quad i = 1, 2, 3; \quad j = 1, 2, \dots, 10 \quad (5.4)$$

gdzie:

Ω_i ($i=1,2,3$) – zbiór miar poziomów cechy zagrożenia w ramach i -tego kryterium analizy ryzyka,

$\omega_{i,j}$ ($i=1,2,3; j=1,2,\dots,10$) – j -ty poziom miar cechy zagrożenia w ramach i -tego kryterium analizy ryzyka,

$\omega_i(z_k)$ ($i=1,2,3; k=1,2,\dots,7$) – poziom miary cechy k -tego zagrożenia w ramach i -tego kryterium analizy ryzyka.

Wykorzystując tę zasadę w ramach pierwszego kryterium modelu ryzyka zagrożenia, poziom możliwości aktywizacji zagrożenia wyznacza się na podstawie schematu przedstawionego w tabeli 5.4.

Tabela 5.4

Schemat kwantyfikacji poziomu cechy zagrożenia w ramach kryterium K_1
(kryterium możliwości aktywizacji zagrożenia)

j	Poziom $\omega_{1,j}$	Charakterystyka cechy zagrożenia stanowiącej przedmiot analiz	
-1-	-2-	-3-	
1	1	1 błąd na $\geq 1\ 000$ tys. poc-km	możliwość aktywizacji zagrożenia jest znikoma
2	2	1 błąd na < 900 tys.; 1 000 tys.) poc-km	możliwość aktywizacji zagrożenia jest niewielka
3	3	1 błąd na < 800 tys.; 900 tys.) poc-km	
4	4	1 błąd na < 700 tys.; 800 tys.) poc-km	możliwość aktywizacji zagrożenia jest średnia
5	5	1 błąd na < 600 tys.; 700 tys.) poc-km	
6	6	1 błąd na < 500 tys.; 600 tys.) poc-km	

Tabela 5.4 cd.

-1-	-2-	-3-	
7	7	1 błąd na <400 tys.; 500 tys.) poc-km	możliwość aktywizacji zagrożenia jest wysoka
8	8	1 błąd na <300 tys.; 400 tys.) poc-km	
9	9	1 błąd na <200 tys.; 300 tys.) poc-km	możliwość aktywizacji zagrożenia jest bardzo wysoka
10	10	1 błąd na <200 tys. poc-km	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [203]

Drugie kryterium modelu ryzyka zagrożenia służy do skwantyfikowania poziomu możliwości wykrycia rozpoznanych źródeł zagrożenia. Schemat kwantyfikacji tego poziomu, przedstawia tabela 5.5.

Tabela 5.5

Schemat kwantyfikacji poziomu cechy zagrożenia w ramach kryterium K_2
(kryterium możliwości wykrycia rozpoznanych źródeł zagrożenia)

j	Poziom $\omega_{2,j}$	Charakterystyka cechy zagrożenia stanowiącej przedmiot analiz
-1-	-2-	-3-
1	1	wykrycie źródeł zagrożenia jest pewne
2	2	możliwość wykrycia źródeł zagrożenia jest bardzo wysoka
3	3	możliwość wykrycia źródeł zagrożenia jest wysoka, a ich symptomy ujawniają się bez dodatkowych działań
4	4	możliwość wykrycia źródeł zagrożenia jest wysoka, a ich symptomy ujawniają się po wykorzystaniu dodatkowych środków kontroli
5	5	możliwość wykrycia źródeł zagrożenia jest na poziomie przeciętnym, a ich symptomy ujawniają się bez dodatkowych działań
6	6	możliwość wykrycia źródeł zagrożenia jest na poziomie przeciętnym, a ich symptomy ujawniają się po wykorzystaniu dodatkowych środków kontroli
7	7	możliwość wykrycia źródeł zagrożenia bez dodatkowych działań jest na poziomie niskim
8	8	możliwość wykrycia źródeł zagrożenia jest na poziomie niskim i bardzo trudnym jest ujawnić ich symptomy za pomocą dodatkowych środków kontroli
9	9	bez dodatkowych działań znikoma jest możliwość wykrycia źródeł zagrożenia
10	10	znikoma jest możliwość wykrycia źródeł zagrożenia i praktycznie niemożliwym jest ujawnić ich symptomy za pomocą dodatkowych środków kontroli

Źródło: opracowanie własne na podstawie [203]

Trzecie kryterium modelu ryzyka zagrożenia służy do skwantyfikowania poziomu wartości/wielkości strat/szkód, które pojawiają się jako konsekwencja aktywizacji każdego zagrożenia. Schemat kwantyfikacji poziomu składowej ryzyka zagrożenia w ramach tego kryterium analizy ryzyka, przedstawia tabela 5.6.

Tabela 5.6

Schemat kwantyfikacji poziomów cechy zagrożenia w ramach kryterium K_3
(kryterium wartości/wielkości strat/szkód ponoszonych w wyniku aktywizacji zagrożenia)

j	Poziom $\omega_{3,j}$	Charakterystyka cechy zagrożenia stanowiącej przedmiot analiz	
-1-	-2-	-3-	
1	1	brak kosztów	skutki aktywizacji zagrożenia nie mają znaczenia
2	2	≤ 10 tys. EUR	skutki aktywizacji zagrożenia są niewielkie
3	3	(10 tys.; 50 tys.> EUR	
4	4	(50 tys.; 100 tys.> EUR	skutki aktywizacji zagrożenia są dość znaczne
5	5	(100 tys.; 250 tys.> EUR	
6	6	(250 tys.; 500 tys.> EUR	
7	7	(500 tys.; 750 tys.> EUR	skutki aktywizacji zagrożenia są poważne
8	8	(750 tys.; 1 mln> EUR	
9	9	(1 mln; 2 mln> EUR	skutki aktywizacji zagrożenia są bardzo poważne
10	10	>2 mln EUR	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [203]

W modelu ryzyka R-WST, przyjmuje się zbiór ważności V_{WST} przyjętych kryteriów analizy ryzyka w postaci:

$$V_{WST} = \{v_1, v_2, v_3\} \quad (5.5)$$

gdzie:

$v_1 = 1$ – ważność kryterium możliwości aktywizacji zagrożenia,

$v_2 = 1$ – ważność kryterium możliwości wykrycia rozpoznanych źródeł zagrożenia,

$v_3 = 1$ – ważność kryterium wartości/wielkości strat/szkód ponoszonych w wyniku aktywizacji zagrożenia.

Ważności kryteriów analizy ryzyka wykorzystuje się do określenia wartości miar cząstkowego ryzyka zagrożenia $r_i(z_k)$ generowanego w ramach poszczególnych kryteriów analizy ryzyka, wg zasady przedstawionej za pomocą formuły:

$$r_i(z_k) = v_i \cdot \omega_i(z_k), \quad i = 1,2,3; \quad k = 1,2, \dots, 7 \quad (5.6)$$

Na podstawie znajomości wartości miar cząstkowego ryzyka zagrożenia, w modelu R-WST, łączne ryzyko każdego zagrożenia zidentyfikowanego w domenie WST po zmianie, wyznacza się z formuły:

$$R_{WST}(z_k) = \prod_{i=1}^3 r_i(z_k), \quad k = 1, 2, \dots, 7 \quad (5.7)$$

Wycena ryzyka zagrożeń w modelu R-WST odbywa się na tle obszaru ryzyka $\langle 1; 1000 \rangle$ podzielonego wartością 180 na dwie kategorie ryzyka – kategorię ryzyka dopuszczalnego i kategorię ryzyka niedopuszczalnego (tab. 5.7).

Tabela 5.7

Podział obszaru ryzyka na kategorie ryzyka przyjęty dla modelu ryzyka R-WST

Zakres wartości miar ryzyka	Nazwa obszaru kategorii ryzyka i jego symboliczne oznaczenie
-2-	-3-
$\langle 1; 180 \rangle$	kategoria ryzyka dopuszczalnego – symbol D
$\langle 180; 1000 \rangle$	kategoria ryzyka niedopuszczalnego – symbol ND

Źródło: opracowanie własne na podstawie [203]

Krok 5 modelu oceny zmiany. W niniejszym kroku modelu oceny zmiany, na podstawie modelu ryzyka R-WST i wyników kroku 3, siedmiokrotnie (w domenie WST: $n_b+n_a=7$) przeprowadza się procedurę szacowania wartości miary ryzyka zagrożenia po zmianie. Procedura ta, w odniesieniu do każdego zagrożenia (tab. 5.8, kol. 1), odbywa się wg następującego algorytmu:

- wskazanie kryteriów analizy ryzyka zagrożenia odpowiednio do ustaleń przyjętych (formuła (5.2)) w modelu R-WST (tab. 5.8, kol. 2),
- według zasady zapisanej formułami (5.3) i (5.4) oraz na podstawie tabel 5.4, 5.5 i 5.6, wskazanie jednego z dziesięciu poziomów każdej z trzech cech zagrożenia odpowiadających kolejnym kryteriom analizy ryzyka zagrożenia (tab. 5.8, kol. 3),
- przypisanie miar ważności kryteriom analizy ryzyka zagrożenia odpowiednio do ustaleń przyjętych (formuła (5.5)) w modelu R-WST (tab. 5.8, kol. 4),
- wyznaczenie wartości (formuła (5.6)) miar cząstkowego ryzyka zagrożenia (tab. 5.8, kol. 5),
- wyznaczenie wartości (formuła (5.7)) miary ryzyka zagrożenia (tab. 5.8, kol. 6).

Zestawienie wyników przetwarzania wg podanego tu algorytmu, a odnoszących się do wszystkich zagrożeń przyjętych do analiz w procesie oceny zmiany domeny WST (krok 3 modelu oceny zmiany), zawiera tabela 5.8.

Tabela 5.8

Zestawienie wyników algorytmu szacowania ryzyka zagrożeń zidentyfikowanych w domenie WST po zmianie

Zagro- żenie	Kryterium analizy ryzyka zagrożenia	Poziom cechy zagrożenia	Miara ważno- ści kryterium analizy ryzyka	Wartość miary częstkowego ryzyka zagrożenia	Wartość miary ryzyka zagrożenia
z_k	K_i	ω_i	v_i	$r_i(z_k)$	$R_{WST}(z_k)$
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-
z1	K_1	2	1	2	30
	K_2	3	1	3	
	K_3	5	1	5	
z2	K_1	3	1	3	72
	K_2	4	1	4	
	K_3	6	1	6	
z3	K_1	3	1	3	72
	K_2	4	1	4	
	K_3	6	1	6	
z4	K_1	3	1	3	72
	K_2	4	1	4	
	K_3	6	1	6	
z5	K_1	3	1	3	36
	K_2	4	1	4	
	K_3	3	1	3	
z6	K_1	3	1	3	36
	K_2	4	1	4	
	K_3	3	1	3	
z7	K_1	3	1	3	24
	K_2	4	1	4	
	K_3	2	1	2	

Źródło: opracowanie własne

Krok 6 modelu oceny zmiany. Na podstawie modelu ryzyka R-WST i wyników kroku 5, przeprowadza się siedmiokrotnie procedurę określenia wpływu zagrożenia na stan „bezpieczeństwo” domeny WST po zmianie. Procedura ta, w odniesieniu do każdego zagrożenia (tab. 5.9, kol. 1), odbywa się wg następującego algorytmu (algorytm ten w ujęciu uogólnionym i w formacie graficznym zawiera tabela 4.7):

– przypisanie (na podstawie tabeli 5.8, kol. 6) wartości miary ryzyka do zagrożenia (tab. 5.9, kol. 2),

– według zasad wyceny ryzyka zagrożenia oraz na podstawie danych zawartych w tabeli 5.7, przypisanie (w tab. 5.9, kol. 3) zagrożeniu kategorii ryzyka (symbol D – kategoria ryzyka dopuszczalnego; symbol ND – kategoria ryzyka niedopuszczalnego),

– na podstawie kolumny 3-ciej tabeli 5.9 przypisanie (w tab. 5.9, kol. 4) zagrożeniu wartości wskaźnika wpływu $S(z_k)$ ($S(z_k)=1$ – ze względu na z_k domena WST nie znajduje się w stanie „bezpieczeństwo”, bo ryzyko tego zagrożenia jest ND;

$S(z_k)=0$ – ze względu na z_k domena WST znajduje się w stanie „bezpieczeństwo”, bo ryzyko tego zagrożenia jest D).

Zestawienie wyników przetwarzania według algorytmu kroku 6 modelu oceny zmiany odnoszących się do wszystkich zagrożeń zidentyfikowanych w domenie WST po zmianie, zawiera tabela 5.9.

Tabela 5.9

Zestawienie wyników przetwarzania według algorytmu określania wpływu zagrożeń na stan „bezpieczeństwo” domeny WST po zmianie

Zagrożenie z_k	Wartość miary ryzyka zagrożenia $R_{WST}(z_k)$	Kategoria ryzyka zagrożenia D lub ND	Wartość wskaźnika wpływu zagrożenia na stan „bezpieczeństwo” domeny WST $S(z_k)$
-1-	-2-	-3-	-4-
z_1	30	D	0
z_2	72	D	0
z_3	72	D	0
z_4	72	D	0
z_5	36	D	0
z_6	36	D	0
z_7	24	D	0

Źródło: opracowanie własne

Krok 7 modelu oceny zmiany. Na podstawie wyników algorytmu określania wpływu poszczególnych zagrożeń na stan „bezpieczeństwo” domeny WST po zmianie, przeprowadza się procedurę badania zdolności tej domeny do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo”. Ta procedura realizowana jest wg następującego algorytmu (algorytm ten w ujęciu uogólnionym i w formacie graficznym zawiera tab. 4.7):

– wyznaczenie zdolności domeny WST po zmianie (S_{WST}) do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo” według formuły:

$$S_{WST} = \sum_{k=1}^7 S(z_k) \quad (5.8)$$

która – na podstawie danych zawartych w kolumnie 4-tej tabeli 5.9 – daje rezultat:

$$S_{WST} = 0 \quad (5.9)$$

– określenie wartości wskaźnika akceptacji zmiany (A_{WST}) wyrażonego formułą postaci:

$$A_{WST} = \begin{cases} \text{TAK,} & \text{gdy } S_{WST} = 0 \\ \text{NIE,} & \text{gdy } S_{WST} \neq 0 \end{cases} \quad (5.10)$$

Na podstawie wartości wskaźnika A_{WST} ($A_{WST} = TAK$) zespół ekspertów wnioskuje o akceptację zaplanowanej w domenie WST zmiany i rekomenduje ją do realizacji.

Raport z oceny zmiany

Po zrealizowaniu wszystkich kroków modelu oceny zmiany, a głównie na podstawie ich wyników, zespół ekspertów opracowuje raport z oceny zmiany związanej z domeną WST (w tej części rozprawy pominięto prezentację tego raportu), o następującej strukturze:

- Wstępne informacje formalne,
- Lokalizacja obszaru analiz z domeną WST w systemie kolejowym i ich prezentację,
- Przyczyna i zakres ocenianej zmiany w domenie WST,
- Zagrożenia uwzględnione w procesie oceny zmiany domeny WST,
- Metoda oceny ryzyka, a w tym model ryzyka zagrożeń, wykorzystane w procesie oceny zmiany domeny WST,
- Wyniki szacowania miar ryzyka zagrożeń uwzględnionych w procesie oceny zmiany oraz wpływu tych zagrożeń na stan „bezpieczeństwo” domeny WST po zmianie,
- Wynik badania zdolności domeny WST po zmianie do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo”,
- Końcowe informacje formalne.

Etap 4. Realizacja zmiany w wybranej domenie zmiany

Powiadamia się pisemnie najwyższe kierownictwo organizacji o planowanej zmianie. W powiadomieniu zawiera się informacje wskazujące elementy harmonogramu realizacji projektu zmiany w węźle ze stacją kolejową. Kierownikowi budowy dostarcza się całość niezbędnej dokumentacji. Pod nadzorem kierownika budowy demontowane są konieczne komponenty sygnalizatora świetlnego i montuje się nowy maszt o zmniejszonej wysokości oraz pozostałe wcześniej zdemontowane komponenty. Po zakończeniu montażu obiektu przystępuje się do weryfikacji poprawności jego działania. Przeprowadza się wewnętrzne testy funkcjonalne. Nie wskazują one na błędy w działaniu sygnalizatora świetlnego. Z przeprowadzonych testów sporządza się protokół, który podpisuje inżynier ds. testów funkcjonalnych. Prace związane z realizacją zmiany przeprowadzono zgodnie z przyjętym harmonogramem.

Biuro bezpieczeństwa otrzymuje informację o zrealizowaniu w domenie WST zmiany „Zmniejszenie o 0,5 m wysokości masztu sygnalizatora świetlnego typu Eta o numerze seryjnym 103”. Na tej podstawie modyfikuje się rejestr zagrożeń związanych z domeną WST.

Etap 5. Implementowanie zmienionej domeny zmiany w obszarze analiz systemu kolejowego

Podpisuje się protokół zdawczo-odbiorczy związany z zakończeniem realizacji zmiany w domenie WST. Protokół podpisuje kierownik budowy. Całość dokumentacji związanej ze zmianą przesyła się (za pomocą poczty elektronicznej) do dyrektora biura technicznego. Przekazuje się sygnalizator świetlny do eksploatacji. Nie pojawiają się źródła zagrożeń wynikających z użytkowania zmodyfikowanego sygnalizatora świetlnego typu Eta o numerze seryjnym 103, które mogłyby być powodem generowania zagrożeń poza domeną WST. Tym samym implementuje się zmienioną domenę WST w rozważanym obszarze analiz systemu kolejowego.

5.2.3 Implementowanie zmienionego obszaru analiz w systemie kolejowym

Zakończono procedowanie w ramach wdrażania zmiany we wskazanym obszarze analiz systemu kolejowego. Procedowanie to przeprowadzono zgodnie z modelem wdrażania zmiany w systemie kolejowym (rys. 4.7). W kolejnych etapach modelu wdrażania zmiany dokonano m.in.:

- scharakteryzowano domenę WST wybraną z charakterystycznego obszaru analiz systemu kolejowego,
- przedstawiono zawartość zbioru dokumentacji źródłowej związanej ze zmianą, a w szczególności zaprezentowano opracowany „Wniosek o zmianę w systemie kolejowym”,
- w siedmiu krokach, w imieniu zespołu ekspertów i w zgodzie z zakresem modelu oceny zmiany, zrealizowano algorytmy których finalnym efektem jest wyznaczenie wartości wskaźnika akceptacji zmiany w domenie WST oraz rekomendacja jej realizacji,
- wskazano na kilka istotnych aspektów związanych z realizacją zmiany w domenie WST,
- podano uwarunkowania pozytywnego skutku implementowania zmienionej domeny WST w przyjętym do procedowania obszarze analiz systemu kolejowego.

W wyniku przeprowadzonego procedowania stwierdza się (faza 3), że zmieniony obszar analiz systemu kolejowego obejmujący:

- systemy eksploatacji obiektów systemu kolejowego,
- obiekty systemu kolejowego,
- komponenty obiektów systemu kolejowego,

które zlokalizowane są lub miejscem ich lokalizacji jest teren węzła transportu kolejowego ze stacją kolejową, można zaimplementować (rys. 5.1) w południowo-wschodniej Polsce, a także w innych podobnych lokalizacjach polskiego systemu kolejowego.

5.3 Zastosowanie modelu oceny zmiany w systemie infrastruktura systemu kolejowego

5.3.1 Uwagi wstępne

W tej części rozprawy przyjęto, że procedowanie w ramach trzech faz modelu zmiany odbywa się w obszarze analiz obejmującym systemy eksploatacji obiektów systemu kolejowego (wykorzystując pojęcia modelu systemu kolejowego i modelu zmiany, ten obszar analiz pokazano na rysunku 5.2), które to obiekty są użytkowane lub obsługiwane, w ramach systemu infrastruktura systemu kolejowego, na pewnym odcinku linii kolejowej z przejazdem kolejowo-drogowym. Ta linia kolejowa jest linią normalnotorową zelektryfikowaną z dwoma torami. Ma ona status linii o znaczeniu państwowym. Na tej linii prowadzony jest ruch pociągów pasażerskich i towarowych. W wyniku modernizacji linii kolejowej, po uzyskaniu nowych zezwoleń na dopuszczenie jej do eksploatacji, dla pociągów pasażerskich jeżdżących na tej linii zostanie wprowadzona dopuszczalna maksymalna prędkość 160 km/h.

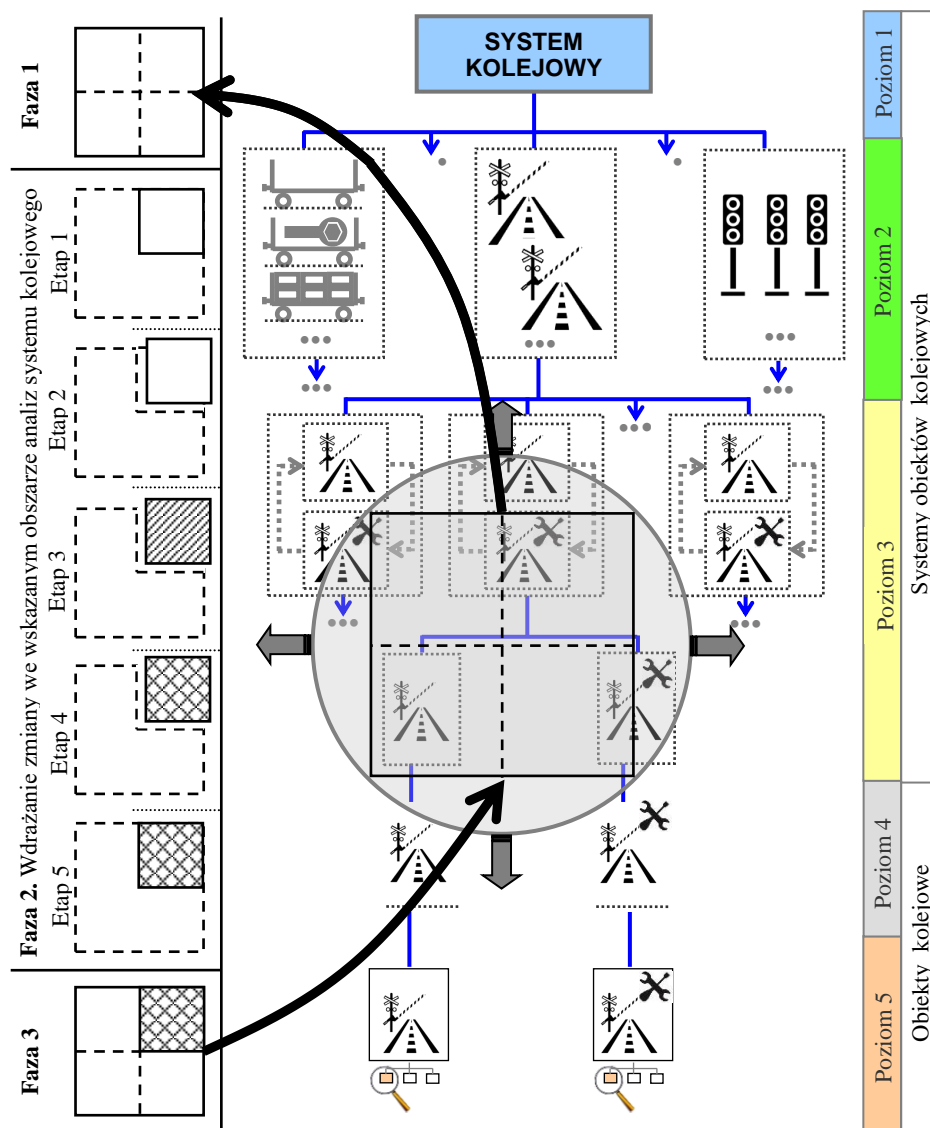
Analiza możliwości prawidłowej realizacji zadań przewozowych w ramach modernizowanej linii kolejowej wykazała, że aby było możliwe prowadzenie ruchu pociągów z prędkością 160 km/h, konieczna jest zmiana kategorii przejazdu kolejowo-drogowego zlokalizowanego na km 51,123 tej linii. W ramach zmiany konieczna jest zabudowa nowoczesnego systemu samoczynnej sygnalizacji przejazdowej (SSP). Do głównych zadań systemu SSP można zaliczyć [41]:

- włączanie ostrzegania przy nadjeździe pociągu do skrzyżowania według określonego czasu,
- wyłączenie ostrzegania po opuszczeniu skrzyżowania przez pociąg,
- zamykanie i otwieranie zapór drogowych.

W skład systemu SSP wchodzi m.in.: tarcze ostrzegawczo-przejazdowe, drogowe sygnalizatory świetlne, zapory drogowe, urządzenia telewizji przemysłowej.

W przedsięwzięciach polegających na zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego, na tle trzech faz modelu zmiany, a w szczególności na tle trzeciego etapu modelu wdrażania zmiany (zarządzanie oceną zmiany w ramach fazy 2 modelu zmiany), istnieje potrzeba przeprowadzania oceny domen po zmianie. Ocena zmiany jest składową zarządzania oceną zmianą.

Dalej, w ramach zastosowań modelu oceny zmiany, przedstawiono tylko raport z oceny zmiany w pewnej domenie zmiany wskazanego wcześniej obszaru analiz związanego głównie z systemem infrastruktura systemu kolejowego.



Rys. 5.2. Schemat lokalizacji obszaru analiz w systemie kolejowym do procedowania wdrażania zmiany na odcinku linii kolejowej z przejazdem kolejowo-drogowym. Opracowanie własne na podstawie [116]

5.3.2 Raport z oceny zmiany w systemie infrastruktura

Ocenę zmiany przeprowadza najczęściej specjalnie powołany zespół ekspertów, który w tym zadaniu może posłużyć się modelem oceny zmiany. Sprawozdanie z realizacji tego zadania zredagowane jest najczęściej w formie specjalnego raportu. Taki raport może składać się z części formalnej i z części merytorycznej. Dalej szczegółowo odniesiono się tylko do części merytorycznej raportu z oceny zmiany (zrealizowanej za pomocą modelu oceny zmiany) w pewnej domenie zmiany wyznaczonej obszarowo i funkcjonalnie przez odcinek linii kolejowej z przejazdem kolejowo-drogowym (domena PK-D). Do zaprezentowania części merytorycznej raportu z oceny zmiany domeny PK-D przyjęto jego następującą strukturę:

- Domena PK-D w obszarze analiz systemu kolejowego,
- Przyczyna i zakres ocenianej zmiany w domenie PK-D,
- Zagrożenia uwzględnione w procesie oceny zmiany w domenie PK-D,
- Model ryzyka zagrożeń w procesie oceny domeny PK-D po zmianie,
- Wpływ zagrożeń na stan „bezpieczeństwo” domeny PK-D po zmianie,
- Zdolność domeny PK-D po zmianie do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo”.

RAPORT Z OCENY ZMIANY W SYSTEMIE INFRASTRUKTURA SYSTEMU KOLEJOWEGO NA PODSTAWIE WNIOSKU O ZMIANĘ OPRACOWANEGO PRZEZ DYREKTORA BIURA TECHNICZNEGO

I. CZĘŚĆ FORMALNA RAPORTU (wstępna)

II. CZĘŚĆ MERYTORYCZNA RAPORTU

Domena PK-D w obszarze analiz systemu kolejowego

Domena do procedowania wdrożenia zmiany w obrębie linii kolejowej z przejazdem kolejowo-drogowym obejmuje:

- w ramach systemów eksploatacji obiektów systemu „Infrastruktura”,
 - obiekty eksploatowane w ramach systemu „Infrastruktura” (m.in.: tarcze ostrzegawczo-przejazdowe, tory kolejowe, zapory drogowe, napędy zapór drogowych),
 - użytkownicy w systemach użytkowania obiektów w systemie „Infrastruktura” (m.in.: kierowcy i pasażerowie pojazdów drogowych, piesi, maszyniści pociągów),

- w ramach systemów użytkowania obiektów systemu „Energia”,
 - obiekty użytkowane w systemie „Energia” (m.in. sieć trakcyjna),
 - użytkownicy obiektów w systemie „Energia” (m.in. pojazdy trakcyjne),
- w ramach systemów użytkowania obiektów systemu „Tabor”,
 - obiekty użytkowane w systemie „Tabor” (m.in.: pociągi, pojazdy trakcyjne, składy wagonów pasażerskich i towarowych),
 - użytkownicy obiektów w systemie „Tabor” (m.in.: maszyniści pociągów, drużyny konduktorskie, pasażerowie pociągów, towary),
- w ramach systemów użytkowania obiektów systemu „Sterowanie – urządzenia przytorowe”,
 - obiekty użytkowane w systemie „Sterowanie – urządzenia przytorowe” (m.in. nastawnica, urządzenia zabezpieczania przejazdów kolejowo-drogowych, urządzenia kontroli niezajętości torów i rozjazdów, oprogramowanie systemu samoczynnej sygnalizacji przejazdowej),
 - użytkownicy obiektów w systemie „Sterowanie – urządzenia przytorowe” (m.in. maszyniści pociągów, kierowcy pojazdów drogowych, piesi).

Przyczyna i zakres ocenianej zmiany w domenie PK-D

Przyczyna i zakres zmiany domeny PK-D zostały wskazane przez dyrektora biura technicznego we wniosku o zmianę, którego kopię przedstawia tabela R.1.

Tabela R.1

Formularz wniosku o zmianę „Modernizacja przejazdu kolejowo-drogowego zlokalizowanego na km 51,123 linii kolejowej”

Wniosek o zmianę w systemie kolejowym	
-1-	-2-
Obiekt	Przejazd kolejowo-drogowy na km 51,123 linii kolejowej
Numer wniosku	2/SRK/2021
Autor i data	Dyrektor biura technicznego, 15.05.2020 r.
System	Infrastruktura, energia, tabor, sterowanie – urządzenia przytorowe.
Dokumentacja domeny przed zmianą	Całość dokumentacji przed zmianą znajduje się w wewnętrznej sieci pod adresem: www.intranet_dtr_ssp.pl
Przyczyna zmiany	W związku z koniecznością zwiększenia do 160 km/h maksymalnej dopuszczalnej prędkości poruszania się pociągów pasażerskich na linii kolejowej, konieczna jest przebudowa przejazdu kolejowo-drogowego zlokalizowanego na km 51,123 tej linii, a w szczególności zabudowa nowego systemu samoczynnej sygnalizacji przejazdowej.
Dokumentacja domeny po zmianie	Stworzono nowy dokument, który znajduje się w wewnętrznej sieci pod adresem: www.intranet.projekt_1.0_pkd_51.123.pl

Tabela R.1 cd.

-1-	-2-
Opis zmiany	Modernizacja przejazdu kolejowo-drogowego zlokalizowanego na km 51.123 linii kolejowej, a w konsekwencji zmiana kategorii przejazdu kolejowo-drogowego z kategorii D na kategorię B.
Czy pojawią się nowe obiekty?	Pojawią się nowe obiekty system samoczynnej sygnalizacji przejazdowej.
Czy zmienia się obiekt?	Zostanie przebudowany przejazd kolejowo-drogowy w takim zakresie żeby było możliwe zastosowanie systemu samoczynnej sygnalizacji przejazdowej.
Czy zmienia się oprogramowanie?	Wraz z nowym systemem samoczynnej sygnalizacji przejazdowej będzie wykorzystane dedykowane temu systemowi oprogramowanie.
Czy zostały przeprowadzone testy, badania?	Planowana zmiana nie wymaga dodatkowych badań.
Czy zmiana była konsultowana z podmiotem zewnętrznym?	Zmiana wynika z podpisanego kontraktu.
Podpis dyrektor biura technicznego

Zagrożenia uwzględnione w procesie oceny zmiany domeny PK-D

W ocenie zmiany w domenie PK-D wzięto pod uwagę skończony zbiór Z_{PK-D} następujących zagrożeń:

- h_1 – Możliwość poniesienia strat/szkód wynikających z najechania pociągu na unieruchomiony na przejeździe kolejowo-drogowym pojazd drogowy z użytkownikami znajdującymi się w jego wnętrzu,
- h_2 – Możliwość poniesienia strat/szkód wynikających z najechania pociągu na pojazd drogowy z użytkownikami znajdującymi się w jego wnętrzu po błędnej przeprowadzonej aktualizacji oprogramowania samoczynnej sygnalizacji przejazdowej, czego skutkiem jest niezamknięcie zapór drogowych w odpowiednim czasie,
- h_3 – Możliwość poniesienia strat/szkód przez pasażerów pojazdu drogowego będących konsekwencją braku przejścia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej w stan ostrzeżenia, w wyniku uszkodzenia jej przez wyładowanie atmosferyczne,
- h_4 – Możliwość poniesienia strat/szkód wynikających z najechania pociągu na pojazd drogowy z użytkownikami znajdującymi się w jego wnętrzu w wyniku brawury kierowcy.

Model ryzyka zagrożeń w procesie oceny domeny PK-D po zmianie

W procedowaniu oceny zmiany, do zrealizowania procedur szacowania i wyceny ryzyka zagrożeń zidentyfikowanych w domenie PK-D po zmianie, wybrano model oceny ryzyka M_LC-Risk, który przez jego autorów (prace [129][130]) dedykowany jest ocenie ryzyka zagrożeń generowanych na przejazdach kolejowo-drogowych. W modelu tym przyjmuje się zbiór K_{PK-D} sześciu następujących kryteriów analizy ryzyka:

- K_1 – kryterium poziomu bezpieczeństwa dla użytkowników przejazdów kolejowo-drogowych,
- K_2 – kryterium zasięgu ujawnienia się strat na przejazdach kolejowo-drogowych,
- K_3 – kryterium strat materialnych w wyniku zdarzeń niepożądanych na przejazdach kolejowo-drogowych,
- K_4 – kryterium strat wynikające z czasu wstrzymania ruchu na przejeździe kolejowo-drogowym,
- K_5 – kryterium historii aktywizacji zagrożenia,
- K_6 – kryterium możliwości aktywizacji zagrożenia.

W ramach każdego kryterium rozważania prowadzono według określonej w jego sformułowaniu cechy zagrożenia (szacowano poziom cechy zagrożenia) z uwzględnieniem ważności kryterium. Na tej podstawie, według formuły (R.1), wyznaczono miary cząstkowego ryzyka wziętych pod uwagę zagrożeń:

$$r_i(h_k) = v_i \cdot \omega_i(h_k), \quad i = 1, 2, \dots, 6; \quad k = 1, 2, 3, 4 \quad (\text{R.1})$$

Na podstawie znajomości wartości miar cząstkowego ryzyka zagrożeń (tabela R.2), łączne ryzyko zagrożeń wyznaczono na podstawie formuły (R.2):

$$R_{PK-D}(h_k) = \sum_{i=1}^6 r_i(h_k), \quad k = 1, 2, 3, 4 \quad (\text{R.2})$$

Szczegółowe wyniki procedury szacowania ryzyka zagrożeń zidentyfikowanych w domenie PK-D po zmianie, przedstawia tabela R.2.

W zastosowanym modelu oceny ryzyka (model M_LC-Risk), za jego autorami, przyjęto trzy kategorie ryzyka i odpowiednio dla nich następujące wartości miar ryzyka:

- kategoria ryzyka akceptowanego (A) $R_{PK-D} \leq 72$,
- kategoria ryzyka tolerowanego (T) $72 < R_{PK-D} < 113$,
- kategoria ryzyka nieakceptowanego (N) $R_{PK-D} \geq 113$.

Na tej podstawie i na podstawie wyników procedury szacowania ryzyka, przeprowadzono procedurę wyceny ryzyka. Wyniki tej procedury przedstawiono m.in. w tabeli R.3.

Tabela R.2

Zestawienie wyników algorytmu szacowania ryzyka zagrożeń zidentyfikowanych w domenie PK-D po zmianie

Kryterium analizy ryzyka zagrożenia	Poziom cechy zagrożenia wyrażony jakościowo	Poziom cechy zagrożenia	Miara ważności kryterium analizy ryzyka	Wartość miary cząstkowego ryzyka zagrożenia $r_i(h_k)$	Wartość miary ryzyka zagrożenia $R_{PK-D}(h_k)$
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-
<i>h₁</i> – możliwość poniesienia strat/szkód wynikających z najechania pociągu na unieruchomiony na przejeździe kolejowo-drogowym pojazd drogowy z użytkownikami znajdującymi się w jego wnętrzu					
<i>K₁</i>	duże	4	10	40	85
<i>K₂</i>	duże	4	5	20	
<i>K₃</i>	małe	1	8	8	
<i>K₄</i>	średnie	3	4	12	
<i>K₅</i>	małe	1	2	2	
<i>K₆</i>	średnie	3	1	3	
<i>h₂</i> – możliwość poniesienia strat/szkód wynikających z najechania pociągu na pojazd drogowy z użytkownikami znajdującymi się w jego wnętrzu po błędnej przeprowadzonej aktualizacji oprogramowania samoczynnej sygnalizacji przejazdowej, czego skutkiem jest niezamknięcie zapór drogowych w odpowiednim czasie					
<i>K₁</i>	duże	4	10	40	85
<i>K₂</i>	duże	4	5	20	
<i>K₃</i>	małe	1	8	8	
<i>K₄</i>	średnie	3	4	12	
<i>K₅</i>	małe	1	2	2	
<i>K₆</i>	średnie	3	1	3	
<i>h₃</i> – możliwość poniesienia strat/szkód przez pasażerów pojazdu drogowego będących konsekwencją braku przejścia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej w stan ostrzegania, w wyniku uszkodzenia jej przez wyładowanie atmosferyczne					
<i>K₁</i>	duże	4	10	40	85
<i>K₂</i>	duże	4	5	20	
<i>K₃</i>	małe	1	8	8	
<i>K₄</i>	średnie	3	4	12	
<i>K₅</i>	małe	1	2	2	
<i>K₆</i>	średnie	3	1	3	
<i>h₄</i> – możliwość poniesienia strat/szkód wynikających z najechania pociągu na pojazd drogowy z użytkownikami znajdującymi się w jego wnętrzu w wyniku brawury kierowcy					
<i>K₁</i>	średnie	3	10	30	72
<i>K₂</i>	małe	1	5	5	
<i>K₃</i>	średnie	3	8	24	
<i>K₄</i>	średnie	2	4	8	
<i>K₅</i>	małe	1	2	2	
<i>K₆</i>	średnie	3	1	3	

Wpływ zagrożeń na stan „bezpieczeństwo” domeny PK-D po zmianie

Wyniki zrealizowanych procedur szacowania (tabela R.2) i wyceny (tabela R.3) ryzyka wskazują, że wszystkie zagrożenia poddane analizom, a zidentyfikowane w domenie PK-D po zmianie, charakteryzują się miarami ryzyka zagrożeń kwalifikującymi je do obszarów kategorii ryzyka akceptowanego lub tolerowanego oraz wynikającymi z tych kwalifikacji wartościami wskaźnika wpływu zagrożeń na stan „bezpieczeństwo” rozważanej domeny (tabela R.3).

Zdolność domeny PK-D po zmianie do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo”

Na podstawie wyników algorytmu określania wpływu poszczególnych zagrożeń na stan „bezpieczeństwo” domeny PK-D po zmianie, przeprowadzono procedurę badania zdolności tej domeny do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo”. Finalnym rezultatem tego badania jest wyznaczona wartość wskaźnika akceptacji zmiany. Dane i wyniki związane z procedowaniem w zakresie badania zdolności domeny PK-D po zmianie do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo”, zawarto w tabeli R.3.

Tabela R.3

Zestawienie wyników przetwarzania według algorytmu określania wpływu zagrożeń na stan „bezpieczeństwo” domeny PK-D po zmianie

Zagrożenie h_k	Wartość miary ryzyka zagrożenia $R_{PK-D}(h_k)$	Kategoria ryzyka zagrożenia A, T lub N	Wartość wskaźnika wpływu zagrożenia na stan „bezpieczeństwo” domeny PK-D $S(h_k)$
-1-	-2-	-3-	-4-
h_1	85	T	0
h_2	85	T	0
h_3	85	T	0
h_4	72	A	0
Wynik badania zdolności domeny PK-D do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo” (S_{PK-D})			0
Wartość wskaźnika akceptacji zmiany (A_{PK-D})			TAK

Wniosek końcowy z oceny zmiany. Na podstawie wartości wskaźnika akceptacji zmiany A_{PK-D} ($A_{PK-D} = TAK$) zespół ekspertów wnioskuje o akceptację zaplanowanej w domenie PK-D zmiany i rekomenduje ją do realizacji.

III. CZĘŚĆ FORMALNA RAPORTU (kończąca)

.....
przewodniczący zespołu ekspertów

5.4 Podsumowanie

Procesy odwzorowane w modelu zmiany (wg definicji *zarządzania bezpieczeństwem systemu kolejowego*) są częścią nadrzędnego procesu zorientowanego na skuteczne uzyskiwanie pożądaných efektów stosowania w systemie kolejowym systemu zarządzania bezpieczeństwem. Realizację algorytmów wybranych procesów odwzorowanych w modelu zmiany zaprezentowano w tym rozdziale na dwóch przykładach wyznaczonych obszarowo i funkcjonalnie domen zmian. Pierwsza z tych domen wyznaczona została w pewnym węźle ze stacją kolejową, a rozważana w jej ramach zmiana dotyczy funkcjonowania systemu sterowania – urządzenia przytorowe. Druga z domen wziętych do rozważań obszarowo związana jest z wybranym przejazdem kolejowo-drogowym zlokalizowanym na odcinku linii kolejowej po jej modernizacji, a funkcjonalnie głównie z systemem infrastruktura systemu kolejowego.

W wyniku prac związanych z niniejszym rozdziałem, według autorki tej rozprawy, uzyskano potwierdzenie przydatności modelu zmiany i innych wybranych zagnieżdżonych w nim modeli jego faz (model obszaru analiz systemu kolejowego do wdrażania zmiany, model wdrażania zmiany w domenie obszaru analiz systemu kolejowego), etapów (model realizacji zmiany, model zarządzania oceną zmiany), podetapów (model wniosku o zmianę, model oceny zmiany, model raportu z oceny zmiany) i kroków (model weryfikacji zagrożeń sformułowanych w domenie zmiany przed zmianą, model akceptacji zmiany), do zadań zarządzania bezpieczeństwem w systemie kolejowym.

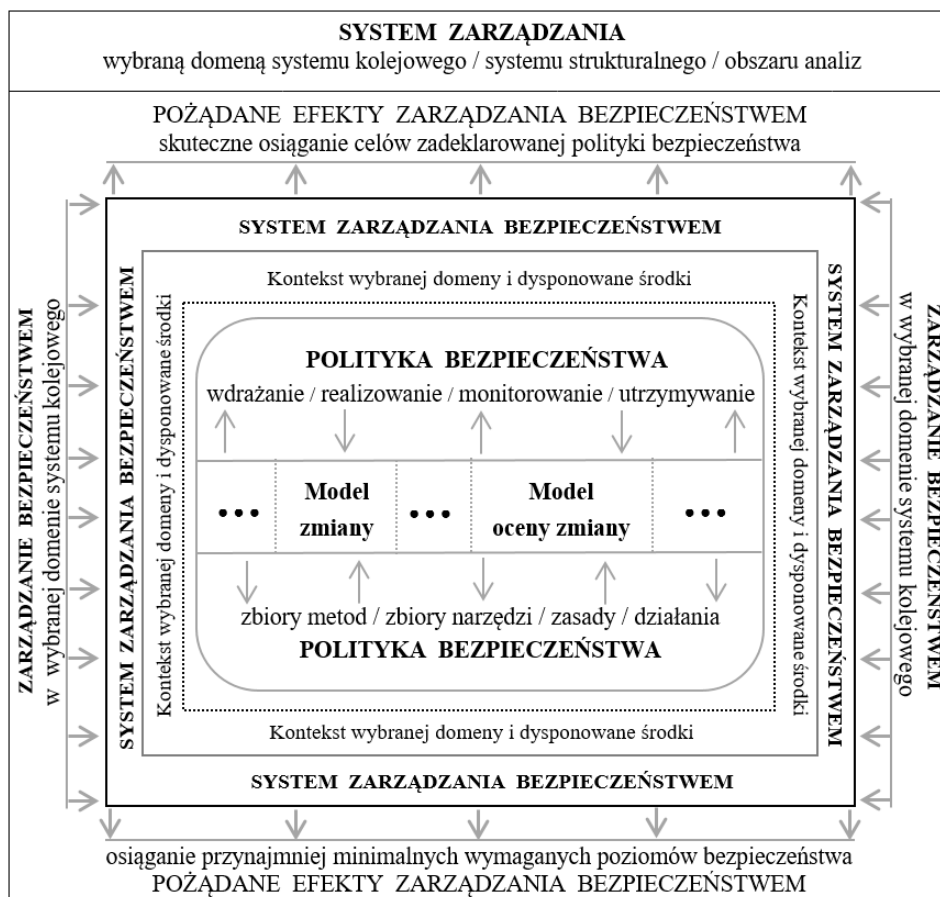
6 ZAKOŃCZENIE

6.1 Osiągnięcia rozprawy

W pierwszej części rozprawy odwołano się do, istniejącej od pewnego czasu, konieczności dobrego przygotowywania procesów zarządzania bezpieczeństwem w systemach kolei Unii Europejskiej, a w tym także w polskim systemie kolejowym, do wprowadzania w nich zmian. Przyjęto także, że skutecznymi narzędziami w tych działaniach (w obszarze aplikowania nauk technicznych), wykorzystywanymi w ramach systemów zarządzania bezpieczeństwem, może być model (wprowadzania) zmian, który w pracach związanych z naukami o zarządzaniu, w postaci uogólnionej i nieznacznie operacyjnie rozbudowanej, występuje pod pojęciami / nazwami: „model zarządzania zmianą” lub „proces zarządzania zmianą”. Te dwa zasygnalizowane wcześniej czynniki (konieczność / potrzeba wprowadzania zmian oraz założenie o efekcie skuteczności korzystania z pewnych narzędzi / modeli) stały się podstawą sformułowania tytułu niniejszej rozprawy doktorskiej.

W drugiej części rozprawy, na podstawie analiz źródeł literaturowych, rozpoznano i przedstawiono wyniki badania stanu wiedzy odnoszącej się do różnych okoliczności i sposobów wprowadzania zmian w organizacjach / systemach. Efektem tych analiz było wskazanie luk w obszarze możliwych do podejmowania w tej rozprawie zagadnień ogólnych i szczegółowych. Na tej podstawie określono główny cel i zadania badawcze rozprawy oraz sformułowano jej tezę.

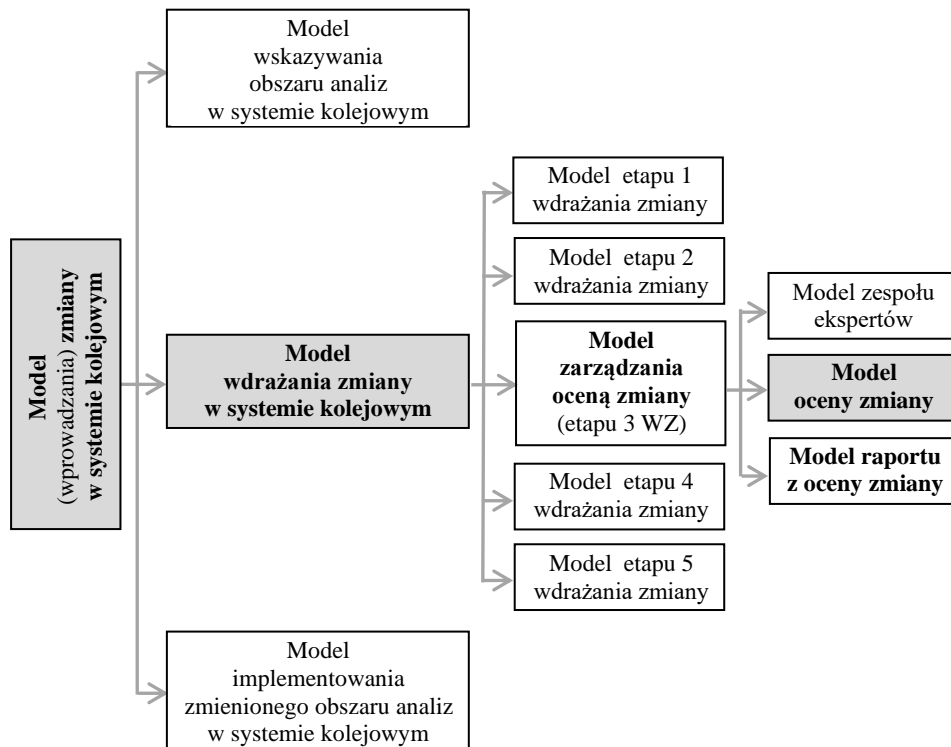
Trzecią część rozprawy poświęcono identyfikacji dotychczasowych uwarunkowań dotyczących wprowadzania zmian w systemach kolejowych. Scharakteryzowano podstawowe zasady ocen zmian oraz wskazano na możliwości popełniania błędów w interpretacji niektórych pojęć koniecznych do wykorzystywania w ocenach zmian. Podano wybrane informacje dotyczące uwarunkowań wprowadzania zmian w systemach kolejowych kilku krajów Unii Europejskiej. Pokazano stan w zakresie nazewnictwa i potrzeb realizacji procesów zarządzania bezpieczeństwem, którym stawia się w systemach kolejowych cele (skuteczne osiągnięcie zadeklarowanych celów) oraz zadania (osiągnięcie przynajmniej minimalnych wymaganych poziomów bezpieczeństwa) uznawane jako pożądane efekty deklarowanej i realizowanej w ramach systemów zarządzania bezpieczeństwem polityki bezpieczeństwa. W szczególności zaproponowano model (schemat ideowy) oraz wynikającą z niego definicję systemu zarządzania bezpieczeństwem możliwego do zastosowań w systemach kolejowych. Problematykę tę uzupełniono odniesieniami literaturowymi, które mogą być pomocne w budowaniu elementów modelu systemu zarządzania bezpieczeństwem. Podsumowanie osiągnięć tej części rozprawy, w zakresie nazewnictwa składowych procesu zarządzania bezpieczeństwem i ich uwarunkowań strukturalnych, na tle systemu zarządzania wybraną domeną systemu kolejowego, przedstawiono na rysunku 6.1.



Rys. 6.1. Schemat ideowy zarządzania bezpieczeństwem w wybranej domenie systemu kolejowego ze wskazaniem miejsca w tym procesie modeli związanych ze zmianą

Czwartą część rozprawy, najważniejszą z jej teoretycznego punktu widzenia, poświęcono tworzeniu uogólnionych modeli zmiany odnoszących się do systemów technicznym oraz opracowaniu postaci nowych innowacyjnych modeli zmiany dedykowanych wspomaganie systemów zarządzania bezpieczeństwem w wybranych domenach systemu kolejowego. Wykorzystując znany uogólniony model systemu technicznego, opracowano koncepcję jego powiązania z uogólnionym modelem zmiany oraz z uogólnioną postacią modelu wdrażania zmiany, integrującym modele kilku jego etapów. Najważniejszymi osiągnięciami tej części rozprawy jest koncepcja powiązania modelu systemu kolejowego oraz opracowanych szczegółowych algorytmów procesów i procedur modeli związanych ze

zmianami w systemie kolejowym. W szczególności, stworzono i zaprezentowano nowy model zmiany oraz opracowano i opisano szczegółowe algorytmy modelu oceny zmiany. Podsumowaniem osiągnięć tej części rozprawy, w zakresie struktury modelu zmiany oraz innych modeli w nim zagnieżdżonych i związanych ze zmianą, jest schemat przedstawiony na rysunku 6.2. Najbardziej teoretycznie rozwiniętymi i zaprezentowanymi postaciami opracowanych modeli są: model (wprowadzania) zmiany w systemie kolejowym, model wdrażania zmiany w systemie kolejowym i model oceny zmiany. Miejsce tych modeli, w ramach schematu zarządzania bezpieczeństwem systemu kolejowego, wskazano również na rysunku 6.1.



Rys. 6.2. Schemat struktury modelu zmiany oraz innych modeli w nim zagnieżdżonych i związanych ze zmianą, do zastosowań w zarządzaniu bezpieczeństwem systemu kolejowego

Na piątą część rozprawy, najważniejszą z jej aplikacyjnego punktu widzenia, składają się rozważania poświęcone wykazaniu przydatności opracowanych modeli zmiany i oceny zmiany, przez ich wykorzystanie do zarządzania bezpieczeń-

stwem w wybranych obszarach analiz systemu kolejowego. Weryfikację przydatności tych modeli dokonano na dwóch przykładach zastosowań stworzonych algorytmów. W pierwszym przykładzie, w obszarze analiz wskazanym w systemie strukturalnym sterowanie – urządzenia przytorowe, zrealizowano pełen zakres aplikacyjnych potrzeb wynikających z modelu (wprowadzania) zmiany oraz wszystkich modeli w nim zagnieżdżonych (na różnych poziomach szczegółowości) i związanych ze zmianą, pokazanych już na rysunku 6.2. Drugi przykład poświęcono wprowadzaniu zmiany w systemie strukturalnym infrastruktura. W tym przykładzie zakres pokazanych wyników ograniczono tylko do zaprezentowania propozycji merytorycznej części specjalnego raportu z oceny zmiany.

W wyniku rozważań teoretycznych i działań aplikacyjnych podjętych w ramach trzeciej, czwartej i piątej części rozprawy, według jej autorki, uzyskano potwierdzenie faktu, że model zmiany i inne zagnieżdżonych w nim modele związane ze zmianą (rys. 6.1 – w szczególności umieszczone w tytule rozprawy „Modeli zmiany i oceny zmiany ...”), są dobrymi narzędziami wspomagającymi proces zorientowany na skuteczne uzyskiwanie pożądanych efektów (rys. 6.1) stosowania tych modeli w zarządzaniu bezpieczeństwem w wybranej domenie systemu kolejowego (rys. 6.1), w ramach jej systemu zarządzania bezpieczeństwem (rys. 6.1), na podstawie utrzymywania zadeklarowanej polityki bezpieczeństwa (rys. 6.1) i jej celów oraz oceny przyjętej postaci wskaźnika zdolności operacyjnej „bezpieczeństwo”.

6.2 Uwagi i wnioski

1. Wymogi prawne Unii Europejskiej narzucają obowiązek oceny każdej zmiany przed jej zaimplementowaniem w systemie kolejowym. Wiele podmiotów systemu kolejowego ma trudności z oceną wpływu zmian na bezpieczeństwo. Jak dotąd, w polskim systemie kolejowym, nie korzysta się z efektywnych narzędzi, które mogłyby być pomocne w procesach wprowadzania zmiany (zarządzania zmianą). Rolę takich narzędzi mogą spełniać model zmiany i model oceny zmiany. W algorytmie modelu oceny zmiany korzysta się, w dużej mierze, z uznawanych już w środowisku kolei osiągnięć metody zarządzania ryzykiem zagrożeń i algorytmu badania zdolności domeny zmiany do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo”.

2. Zmiany wprowadzane w systemie kolejowym (lub w innym systemie technicznym) mogą być powodem pojawiania się źródeł zagrożeń o określonych atrybutach (Generator, Receiver, Escalator, Trigger), a w konsekwencji – w niektórych sytuacjach – mogą generować zagrożenia, których aktywizacja i zajście zdarzeń niepożądanych prowadzi do określonych strat / szkód. Wartości miar ryzyka zagrożeń, generowanych po wirtualnym zrealizowaniu zmiany, powinny być więc podstawową decyzji wskazującej na akceptację lub odrzuceniu wniosku o zmianę.

3. Idea powoływania i korzystania, w wybranej domenie systemu kolejowego, z systemu zarządzania bezpieczeństwem, pozwala w komunikatywny sposób zarządzać w niej bezpieczeństwem. Ustalenie kontekstu wybranej domeny w systemie kolejowym, określenie potrzeb / wymogów w zakresie dysponowania środkami zgłaszanymi przez system zarządzania bezpieczeństwem wobec systemu zarządzania domeną, identyfikacja procesów związanych z przyjętymi priorytetami realizacji polityki bezpieczeństwa oraz właściwe odczytywanie jej deklarowanych celów, stanowią zbiór procesów zarządzania bezpieczeństwem, warty zapoznania się z nim, w związku planowanym wprowadzaniem zmiany w określonej domenie systemu kolejowego.

4. Zastosowanie analizy systemowej oraz skorzystanie z opracowanego modelu systemu kolejowego i modelu zmiany w wybranej domenie tego systemu, pozwoliło na opracowanie innowacyjnej koncepcji lokalizowania obszaru analiz w systemie kolejowym do procedowania w jego ramach wdrażania zmiany.

5. Opracowany w formacie graficznym i tekstowym model zmiany jest dostępnym przetestowanym narzędziem, które może być stosowane do wspomaganie systemu zarządzania bezpieczeństwem w procesach wprowadzania zmiany w systemie kolejowym.

6. Algorytm modelu oceny zmiany stanowi dostępne przetestowane narzędzie, które może być wykorzystywane w procesach zarządzania oceną zmiany w systemie kolejowym.

7. Pełną weryfikację przydatności opracowanego modelu zmiany i jego składowych, przeprowadzono na podstawie wniosku o zmianę w systemie strukturalnym sterowanie – urządzenia przytorowe systemu kolejowego. Zaprezentowany zapis systematycznego procedowania, według zaproponowanych algorytmów modeli związanych ze zmianą, wskazuje w szczególności na bezsprzecznie wysoką wartość użyteczną przeprowadzonego i udokumentowanego postępowania.

8. W podmiotach systemu kolejowego (np. w przedsiębiorstwach kolejowych) powinny być przyjęte i opracowane, obowiązujące formaty formularzy wniosków o zmianę.

9. Zaproponowana korekta terminologii stosowanej w polskojęzycznej wersji Rozporządzeniu Komisji (UE) 402/2013, a używanej w zakresie zarządzania ryzykiem zagrożeń, powinna stać się dostępną propozycją nowego brzmienia fragmentów tego dokumentu. Rozpropagowanie zmodyfikowanych zapisów może przyczynić się do poprawnego rozumienia i interpretowania procesów opisanych w tym rozporządzeniu.

6.3 Propozycje dalszych badań

Dalsze prace, w ramach podjętej w tej rozprawie problematyki badawczej, powinny obejmować następujące obszary:

1. Rozwijanie i ciągłe doskonalenie, dla zaproponowanego w rozprawie modelu oceny zmiany, nowych modeli oceny ryzyka zagrożeń związanych z wprowadzaniem zmian w domenach zainteresowań systemu kolejowego.

2. Badania nad wskaźnikami akceptacji zmiany uwzględniającymi kombinacje większej liczby wskaźników zdolności operacyjnej, niż tylko wskaźnik zdolności operacyjnej „bezpieczeństwo”.

3. Praca nad doskonaleniem procedowania według modeli związanych ze zmianą, w zakresie:

- Stworzenia aplikacji komputerowej, do komunikatywnego generowania lokalizacji obszaru analiz zawierającego domenę zainteresowań zmianą, na tle modelu systemu kolejowego, z uwzględnieniem jego systemów strukturalnych i możliwych poziomów ich dekompozycji.
- Przygotowania formatu aplikacji komputerowej rejestru zmian dla obiektu kolejowego / systemu obiektu kolejowego, która by pozwoliła na nadzorowanie zmian w całym cyklu życia określonych obiektów kolejowych / systemów obiektów kolejowych.
- Opracowania wytycznych do aplikacji komputerowej / mobilnej, która po uzupełnieniu stosownych danych powinna umożliwiać określanie wyniku badania zdolności domeny zainteresowań systemu kolejowego do pozostawania w stanie „bezpieczeństwo” i na jego podstawie dokonywać ocen wartości wskaźnika akceptacji zmiany.
- Opracowania formatu i stworzenia aplikacji komputerowej do generowania, przez zespół ekspertów, raportu z oceny zmiany w domenie zainteresowań systemu kolejowego, na podstawie algorytmów modelu wdrażania zmiany i modelu oceny zmiany.

LITERATURA

- [1] Abdulkhaleq A., Wagner S., Leveson N., A comprehensive safety engineering approach for software – intensive systems based on STPA. *Procedia Engineering*, vol. 128, 2015, p. 2–11.
- [2] Abramowicz-Gerigk T., Burciu Z., Hejmlich A., Koncepcja metody oceny wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku w transporcie morskim. *Logistyka*, nr 4, 2015, s. 17–23.
- [3] Almklov P. G., Rosness R., Størkersen K., When safety science meets the practitioners: Does safety science contribute to marginalization of practical knowledge? *Safety Science*, vol. 67, 2014, p. 25–36.
- [4] Ashley J. M., Building the change management team and approach, in: *Human Resilience Against Food Insecurity*, Elsevier, 2018, p. 111–123.
- [5] Astafeva O. E., Goncharov I. L., Moiseenko N. A., Analysis of change management experience in organizations. *Upravlenie*, vol. 8(3), 2020, p. 24–32.
- [6] Augustyn E., Zarządzanie ryzykiem zagrożeń w systemie użytkowania samolotów lotnictwa taktycznego sił powietrznych. Rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska, 2019, niepublikowane.
- [7] Augustyn E., Kadziński A., Model of generalized technical system. *Journal of Mechanical and Transport Engineering*, vol. 69(3), 2017, p. 5–14.
- [8] Austrian National Safety Authority, Annual report on railway safety 2016.
- [9] Aven T., How some types of risk assessments can support resilience analysis and management. *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 167, 2017, p. 536–543.
- [10] Bachman M., Mierzwa T., Nowiński P., Zarządzanie zmianą w procesach restrukturyzacji przedsiębiorstw. *Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe*, nr 22(1), 2007, s. 137–146.
- [11] Bałuch H. i inni, *Leksykon terminów kolejowych*, Wyd. KOW, Warszawa 2011.
- [12] Barabasz A., Psychodynamic perspective of organizational change. *Management*, vol. 20(1), 2016, p. 155–166.
- [13] Bass B. M., Two decades of research and development in transformational leadership. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, vol. 8(1), 1999, p. 9–32.
- [14] Batko R. (red.), *Zarządzanie zmianą w organizacjach publicznych. Projektowanie i wprowadzanie nowoczesnych metod i narzędzi zarządczych w Wojewódzkim Urzędzie Pracy w Krakowie*, Wojewódzki Urząd Pracy w Krakowie, Kraków 2011.
- [15] Beach Y., Coule T., Socio-political dynamics in the pre-initiation phase of organisational change projects: approaching projects as a contested and negotiated space. *Procedia Computer Sc.*, vol. 100, 2016, p. 298–304.

-
- [16] Belgian National Safety Authority, Annual report on railway safety 2016.
- [17] Berlińska J., Jarysz-Kamińska E., Wpływ zmian technologicznych na logistykę produkcji. *Logistyka*, nr 6, 2010, s. 1–13.
- [18] Bhansali P. V., Software safety. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 30(1), 2005, p. 3.
- [19] Bielecki M., Wiśniewski Z., Zmiana organizacji gospodarki remontowej wymuszona przez opór. *Logistyka*, nr 1, 2007, wersja CD.
- [20] Bridges W., Mitchel S., Table of contents. *Leader to Leader*, vol. 2000 (16), 2000, p. 1–60.
- [21] Bröchner J., Badenfelt U., Changes and change management in construction and IT projects. *Automation in Construction*, vol. 20(7), 2011, p. 767–775.
- [22] Bulgarian National Safety Authority, Annual report on railway safety 2016.
- [23] Cempel C., Teoria i inżynieria systemów – zasady i zastosowania myślenia systemowego, wyd. 2., Skrypt dla studentów wydziałów politechnicznych, Poznań 2004.
- [24] Cempel C., Nowoczesne zagadnienia metodologii i filozofii badań, Wyd. Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Radom 2003.
- [25] Centkowska M., Podstawy teoretyczne oporu wobec zmian w organizacji. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, seria: Organizacja i Zarządzanie, nr 77, 2015, s. 9–18.
- [26] Chowthi-Williams A., Curzio J., Lerman S., Evaluation of how a curriculum change in nurse education was managed through the application of a business change management model: A qualitative case study. *Nurse Education Today*, vol. 36, 2016, p. 133–138.
- [27] Chruzik K., Ocena ryzyka zawodowego w transporcie kolejowym, Pracownia Komputerowa Jacka Skalmierskiego, Katowice 2013.
- [28] Chruzik K., Wspólne metody bezpieczeństwa w transporcie kolejowym Europy – teoria i praktyka. *TTS Technika Transportu Szynowego*, nr 9, 2014, s. 23–30.
- [29] Chruzik K., Zarządzanie bezpieczeństwem w transporcie kolejowym, Wyd. Instytutu Technologii i Eksploatacji PIB w Radomiu, Radom 2014.
- [30] Chruzik K., Drzewiecki A., Wachnik R., Wykorzystanie metody FMEA do oceny ryzyka w MMS. *Politechnika Śląska, Zeszyty Naukowe*, seria: Transport, nr 81, 2013, s. 17–23.
- [31] Chruzik K., Wachnik R., Monitorowanie czynności utrzymaniowych pojazdów w kolejnictwie – studium przypadku. *TTS Technika Transportu Szynowego*, nr 11–12, 2014, s. 70–74.

-
- [32] Comes S., Berniker L., Business Model Innovation, in: From Strategy to Execution, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg 2008, p. 65–86.
- [33] Commission European, Commission implementing regulation (EU) no 402/2013 of 30 April 2013 on the common safety method for risk evaluation and assessment and repealing Regulation (EC) no 352/2009.
- [34] Commission Européenne, Règlement d'exécution (UE) no 402/2013 de la commission du 30 avril 2013 concernant la méthode de sécurité commune relative à l'évaluation et à l'appréciation des risques et abrogeant le règlement (CE) no 352/2009.
- [35] Commissione Europea, Egolamento di esecuzione (UE) n. 402/2013 della commissione del 30 aprile 2013 relativo al metodo comune di sicurezza per la determinazione e valutazione dei rischi e che abroga il regolamento (CE) n. 352/2009.
- [36] Corrado Di M., Smulders S., A paler shade of green: Environmental policy under induced technical change. *European Economic Review*, vol. 99, 2017, p. 151–169.
- [37] Cummings S., Bridgman T., Brown K. G., Unfreezing change as three steps: Rethinking Kurt Lewin's legacy for change management. *Human Relations*, vol. 69(1), 2016, p. 33–60.
- [38] Czech National Safety Authority, Annual report on railway safety 2016.
- [39] Czermiński A., Czerska M., Nogalski B., Rutka R., et al., Zarządzanie organizacjami, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa Stowarzyszenie Wyższej Użyteczności Dom Organizatora, Toruń 2002.
- [40] Dąbkowski B., Filozofia jako mądrość, Wyd. Flos Carmeli, Inowrocław 2008.
- [41] Dąbrowa-Bajon M., Podstawy sterowania ruchem kolejowym, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014.
- [42] Daniecki W., Strategie zmian. Teorie i rekomendacje praktyczne, Wyd. Szkoły Wyższej Psychologii Społecznej „Academica”, Warszawa 2004.
- [43] Dawson P., Understanding organizational change, The contemporary experience of people at work, SAGE Publications Ltd, 2003.
- [44] Department of Defense, Joint software systems safety engineering handbook, Department of defense, Indian Head 2010.
- [45] Donglan Z., Savio Kavuric A., Sia S., Energy – biased technical change in the Chinese industrial sector with CES production functions. *Energy*, vol. 148, 2018, p. 896–903.
- [46] Dudek B., Psychologiczne aspekty wprowadzania zmian, *Humanizm Pracy*, nr 3, 1978.
- [47] Düren P., Change management, in: *Leadership in Academic and Public Libraries*, Elsevier, 2013, p. 9–14.

-
- [48] Dyr. T., Wełnic P., Infrastruktura transportu kolejowego w Unii Europejskiej i Polsce. *TTS Technika Transportu Szynowego*, nr 7–8, 2006, s. 23–28.
- [49] Dźwigoł H., Zmiany w organizacji procesu produkcji węgla kamiennego. *Wiadomości Górnicze*, nr 56(2), 2005, s. 57–61.
- [50] Europejska Agencja Kolejowa, Wspólna metoda oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka. 2009, s. 1–5.
- [51] Färe R., Grosskopf S., Pasurka C., Technical change and pollution abatement costs. *European Journal of Operational Research*, vol. 248(2), 2016, p. 715–724.
- [52] Feldman M. S., Organizational routines as a source of continuous change. *Organization Science*, vol. 11(6), 2000, p. 611–629.
- [53] Fleishon H., Muroff L. R., Patel S. S., Change management for radiologists. *Journal of the American College of Radiology*, vol. 14(9), 2017, p. 1229–1233.
- [54] Flouris P. T., Change management as a road map for safety management system implementation in aviation operations: focusing on risk management and operational effectiveness. *International Journal of Civil Aviation*, vol. 1, 2009, p. 1–19.
- [55] French National Safety Authority, Annual report on railway safety 2016.
- [56] Gajdzik B., Zmiany w zarządzaniu współczesnym przedsiębiorstwem hutniczym. *Hutnik*, nr 4, 2007, s. 145–151.
- [57] Gamon W., Analiza wymagań rozporządzenia Komisji (UE) nr 1078 / 2012 w zakresie monitorowania systemów SMS i MMS. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, nr 111, 2016, s. 115–123.
- [58] Gardner W. L., Fischer D., Hunt J. G. (Jerry), Emotional labor and leadership: A threat to authenticity? *The Leadership Quarterly*, vol. 20(3), 2009, p. 466–482.
- [59] Garland R. W., Six sigma project to improve a management of change process. *Process Safety Progress*, vol. 30(1), 2011, p. 18–22.
- [60] Gasparski W., Projektowanie – koncepcyjne przygotowanie działań, Wyd. PWN, Warszawa 1978.
- [61] Ge X., Paige R. F., McDermid J. A., An iterative approach for development of safety-critical software and safety arguments, in: 2010 Agile Conference, IEEE, 2010, p. 35–43.
- [62] Gerbec M., Safety change management – A new method for integrated management of organizational and technical changes. *Safety Science*, vol. 100, 2017, p. 225–234.
- [63] Germany National Safety Authority, Annual report on railway safety 2016.
- [64] Gill A., Warstwowe modele systemów bezpieczeństwa do zastosowań w transporcie szynowym, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2018.

-
- [65] Gill A., Kadziński A., Rejestr zagrożeń. Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, nr 12, 2016, s. 158–161.
- [66] Gill A., Kadziński A., Identyfikacja zagrożeń w domenach analiz systemu kolejowego. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, seria: Transport, nr 115, 2017, s. 47–56.
- [67] Gill A., Smoczyński P., Layered model for convenient designing of safety system upgrades in railways. *Safety Science*, vol. 110, 2017, p. 68–176.
- [68] Gill R., Change management - or change leadership? *Journal of Change Management*, vol. 3(4), 2002, p. 307–318.
- [69] Głowicka A., Modelowe ujęcie procesu zarządzania zmianą w organizacji, Białystok 2013, wersja online.
- [70] Goleman D., *What makes a leader?*, Harvard Business Review Press, United States 2004.
- [71] Griffin R. W., *Podstawy zarządzania organizacjami*, Wyd. PWN, Warszawa 1998.
- [72] Grzesiuk K., Zarządzanie zmianą w aspekcie funkcjonowania człowieka w biznesie, w: *Newralgiczne aspekty współczesnych relacji między człowiekiem a biznesem*, Wyd. KUL, Lublin 2010.
- [73] Gucma L., *Wytuczne do zarządzania ryzykiem morskim*, Wyd. Naukowe Akademii Morskiej, Szczecin 2009.
- [74] Hadj-Mabrouk H., Contribution of artificial intelligence and machine learning to the assessment of the safety of critical software used in railway transport. *AIMS Electronics and Electrical Engineering*, vol. 3(1), 2019, p. 33–70.
- [75] Hadj-Mabrouk H., Methods and Tools to Assist the Acquisition, Modelling, Capitalization and Assessment of the Safety of Transport. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol. 6(8), 2016, p. 25–35.
- [76] Hadj-Mabrouk H., New approach of assessing human errors in railways. *Transactions of the VŠB – Technical University of Ostrava, Safety Engineering Series*, vol. 13(2), 2018, p. 1–17.
- [77] Hale A., Baram M., Safety management. The challenge of change. *Journal of the Operational Research Society*, vol. 51(7), 1988. p. 831.
- [78] Hale A., Heming B. H. J., Carthey J., Kirwan B., Modelling of safety management systems. *Safety Science*, vol. 26(1–2), 1997, p. 121–140.
- [79] Hall A. T., Blass F. R., Ferris G. R., Massengale R., Leader reputation and accountability in organizations: Implications for dysfunctional leader behavior. *The Leadership Quarterly*, vol. 15(4), 2004, p. 515–536.
- [80] Hampf B., Krüger J.J., Estimating the bias in technical change: A nonparametric approach. *Economics Letters*, vol. 157, 2017, p. 88–91.

-
- [81] Harden E., Ford L. R., Pattie M., Lanier P., Understanding organizational change management: the role of micro and macro influences. *Leadership & Organization Development Journal*, vol. 42(1), 2020, p. 144–160.
- [82] Hashim M., Change Management. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, vol. 3(7), 2013, p. 685–694.
- [83] Hayes J., *The theory and practice of change management 6th*, Bloomsbury Publishing, London 2018.
- [84] Heidt L., Gauger F., Wagner B., Pfnür A., Widerstände gegen Agilität: Agiles Change Management als Erfolgsfaktor in Projekten der digitalen Transformation. *Die Unternehmung*, vol. 74(2), 2020, p. 155–172.
- [85] Hekkert M. P., Suurs R. A. A., Negro S. O., Kuhlmann S., et al., Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 74(4), 2007, p. 413–432.
- [86] Helak M., Wybrane elementy systemu kolejowego w systemie bezpieczeństwa narodowego Polski. *Studia podyplomowe nt. Zintegrowane systemy zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym*, praca dyplomowa. Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej, Dąbrowa Górnicza 2017, niepublikowane.
- [87] Helak M., Smoczyński P., Kadziński A., Implementation of the Common Safety Method in the European Union Railway Transportation. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*, vol. 102, 2019, p. 65–72.
- [88] Hornstein H. A., The integration of project management and organizational change management is now a necessity. *International Journal of Project Management*, vol. 33(2), 2015, p. 291–298.
- [89] Hussain S. T., Lei S., Akram T., Haider M. J., et al., Kurt Lewin's change model: A critical review of the role of leadership and employee involvement in organizational change. *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 3(3), 2018, p. 123–127.
- [90] Irmen A., Tabaković A., Endogenous capital - and labor-augmenting technical change in the neoclassical growth model. *Journal of Economic Theory*, vol. 170, 2017, p. 346–384.
- [91] Italy National Safety Authority, Annual report on railway safety 2016.
- [92] Jabłoński A., Jabłoński M., Mechanizmy efektywnego zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym, Wyd. CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa 2019.
- [93] Jabłoński A., Jabłoński M., Mechanizmy kształtowania kultury bezpieczeństwa w transporcie kolejowym. Czynniki ludzki i organizacyjny, Wyd. CeDeWu, Warszawa 2020.

-
- [94] Jabłoński A., Jabłoński M., Monitorowanie w systemach zarządzania bezpieczeństwem oraz utrzymaniem wagonów towarowych w transporcie kolejowym. *Infrastruktura Transportu*, nr 3, 2014, s. 50–52.
- [95] Jabłoński A., Jabłoński M., Prewencyjne zarządzanie utrzymaniem infrastruktury kolejowej a zarządzanie konfiguracją. *Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie*, nr 2(104), 2014, s. 183–196.
- [96] Jabłoński A., Jabłoński M., Walidacja stosowania wspólnych metod oceny bezpieczeństwa w transporcie kolejowym w warunkach polskich z uwzględnieniem zarządzania konfiguracją. *TTS Technika Transportu Szybowego*, nr 21(1–2), 2014, s. 65–72.
- [97] Jabłoński A., Jabłoński M., Zarządzanie bezpieczeństwem w transporcie kolejowym – kluczowe aspekty. *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka*, nr 3, 2014, s. 57–68.
- [98] Jabłoński A., Jabłoński M., Zarządzanie konfiguracją w utrzymaniu taboru kolejowego – wybrane aspekty zarządcze i technologiczne. *Infrastruktura Transportu*, nr 1, 2014, s. 47–49.
- [99] Jabłoński A., Jabłoński M., Lech A., Efektywne zarządzanie bezpieczeństwem gwarancją rozwoju branży kolejowej. *Infrastruktura Transportu*, nr 4, 2012, s. 24–25.
- [100] Jakubczak R., Transport kolejowy elementem infrastruktury krytycznej, w: Szeląg K. (red.) et al, *Zarządzanie bezpieczeństwem w transporcie kolejowym*, Wyd. Akademii Obrony Narodowej, Warszawa 2014, s. 126–140.
- [101] Jamroz K., Koncepcje kształtowania bezpieczeństwa ruchu drogowego, część 1. Przegląd koncepcji kształtowania bezpieczeństwa ruchu drogowego. *Drogownictwo*, nr 12, 2012, s. 393–399.
- [102] Jamroz K., *Metoda zarządzania ryzykiem w inżynierii drogowej*, Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2011.
- [103] Jamroz K., Chruzik K., Gucma L., Kadziński A., Koncepcja zintegrowanego systemu bezpieczeństwa transportu w Polsce, podrozdział 4.3.1, w: Krystek R. (red.), *Zintegrowany system bezpieczeństwa transportu. III Tom. Koncepcja zintegrowanego systemu bezpieczeństwa transportu w Polsce*, WKŁ, Warszawa 2010.
- [104] Jasińska J., *Zmiany w organizacjach: Sprawne zarządzanie, sytuacje kryzysowe i warunki osiągnięcia sukcesu*, Wyd. FREL, Nowy Dwór Mazowiecki, 2015.
- [105] Jason L., *Lean change management. Innovative practices for managing organizational change*, Createspace, United States 2014.

-
- [106] Jayatilleke S., Lai R., A systematic review of requirements change management. *Information and Software Technology*, vol. 93, 2018, p. 163–185.
- [107] Jokinen L., Vainio V., Pulkkinen A., Engineering change management data analysis from the perspective of information quality. *Procedia Manufacturing*, vol. 11, 2017, p. 1626–1633.
- [108] Joseph D. L., Dhanani L. Y., Shen W., McHugh B. C., et al., Is a happy leader a good leader? A meta - analytic investigation of leader trait affect and leadership. *The Leadership Quarterly*, vol. 26(4), 2015, p. 557–576.
- [109] Joseph E. E., Winston B. E., A correlation of servant leadership, leader trust, and organizational trust. *Leadership & Organization Development Journal*, vol. 26(1), 2005, p. 6–22.
- [110] Jost R. M., Change Management, in: *Selecting and Implementing an Integrated Library System*, Elsevier, 2016, p. 39–44.
- [111] Judge T. A., Piccolo R. F., Kosalka T., The bright and dark sides of leader traits: A review and theoretical extension of the leader trait paradigm. *The Leadership Quarterly*, vol. 20(6), 2009, p. 855–875.
- [112] Juszczak M., Tomana A., Bartoszek M., Current issues of BIM-based design change management, analysis and visualization. *Procedia Engineering*, vol. 164, 2016, p. 518–525.
- [113] Kacso-Vidrean L., Niemann J., Baidoc R., Pislă A., Change management aspects in solar energy implementation. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, vol. 238, 2018, p. 432–441.
- [114] Kaczor G., Młynarski S., Szkoda M., Verification of safety integrity level with the application of Monte Carlo simulation and reliability block diagrams. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol. 41, 2016, p. 31–39.
- [115] Kadziński A., Innowacyjna procedura grupowania źródeł zagrożeń do zastosowań w procesach identyfikacji zagrożeń. Referat VII Konferencji Naukowej „Logistyka w Ratownictwie”. Org. przez Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wielogóra 2020, niepublikowane.
- [116] Kadziński A., Studium wybranych aspektów niezawodności systemów oraz obiektów pojazdów szynowych, Wyd. Politechniki Poznańskiej, seria: Rozprawy, nr 511, Poznań 2013.
- [117] Kadziński A., Zarządzanie ryzykiem zagrożeń na stanowiskach pracy. Rozdział 3, w: praca zbiorowa Lewicki L. (red.), Sadłowska-Wrzesińska J., Wyd. Wyższej Szkoły Logistyki, Poznań 2014, s. 149–195.

-
- [118] Kadziński A., Zrozumieć metodę zarządzania ryzykiem zagrożeń, w: prezentacja do wykładu z przedmiotu „Podstawy inżynierii bezpieczeństwa”, Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Transportu, 2019, 09.10.2019, niepublikowane.
- [119] Kadziński A., Gill A., Integracja pojęć, podrozdział 7.3.2., w: praca zbiorowa Krystek R. (red.), Zintegrowane systemy bezpieczeństwa transportu, II tom, Uwarunkowania rozwoju integracji systemów bezpieczeństwa transportu, 2009, s. 285–288.
- [120] Kadziński A., Gill A., Koncepcja implementacji metody Trans-Risk do zarządzania ryzykiem w komunikacji tramwajowej. *Logistyka*, nr 3, 2011, wersja CD.
- [121] Kadziński A., Kobaszyńska-Twardowska A., Gill A., The concept of method and models for risk management of hazards generated at railway crossings. *Proceedings of the 20th International Scientific Conference Transport Means 2016*, 2016, p. 297–302.
- [122] Kadziński A., Kwaśnikowski J., Modele i badania symulacyjne kosztów funkcjonowania systemu lokomotyw przeznaczonych do realizacji losowej liczby zadań. *Pojazdy Szynowe*, nr 2, 2001, s. 47–51.
- [123] Kadziński A., Warguła J., Gill A., Szacowanie i wartościowanie ryzyka zagrożeń związanych z odcinkiem szybkiego tramwaju na poznańskiej sieci tramwajowej. *Logistyka*, nr 3, 2012, s. 939–948.
- [124] Kalinowski D., Gill A., Kadziński A., Identyfikacja zagrożeń związanych z użytkowaniem drzwi podczas eksploatacji tramwajów typu 105na. *Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, nr 12, 2011, s. 104–114.
- [125] Kędra Z., System zarządzania bezpieczeństwem dróg kolejowych. *Logistyka*, nr 3, 2009, s. 1–6.
- [126] Klich E., *Bezpieczeństwo lotów*, Wyd. Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji - PIB, Radom 2011.
- [127] Klir G. J., *Uncertainty and information. foundations of generalized information theory*, John Wiley & Sons Inc, New Jersey 2005.
- [128] Kobaszyńska-Twardowska A., Kadziński A., The model of railway crossings as areas of analyses of hazard risk management. *Logistics and Transport*, vol. 8(2), 201, p. 85–92.
- [129] Kobaszyńska-Twardowska A., Zarządzanie ryzykiem na przejazdach kolejowych. *Rozprawa doktorska*, Politechnika Poznańska, 2017, niepublikowane.
- [130] Kobaszyńska-Twardowska A., Kadziński A., Gill A., Smoczyński P., The risk model for hazards generated at level crossings, in: *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019, p. 313–322.

-
- [131] Koch J., Gritsch A., Reinhart G., Process design for the management of changes in manufacturing: Toward a Manufacturing Change Management process. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 14, 2016, p. 10–19.
- [132] Koch J., Michels N., Reinhart G., Context model design for a process-oriented manufacturing change management. *Procedia CIRP*, vol. 41, 2016, p. 33–38.
- [133] Kochan A., Szkopiński J., Istota identyfikacji granic podsystemów w procesie certyfikacji infrastruktury kolejowej. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, seria: Transport*, nr 116, 2017, s. 287–297.
- [134] Kogetsidis H., Change Management. *International Journal of Information Technologies and Systems Approach*, vol. 6(2), 2013, p. 1–12.
- [135] Koivupalo M., Sulasalmi M., Rodrigo P., Väyrynen S., Health and safety management in a changing organisation: Case study global steel company. *Safety Science*, vol. 74, 2015, p. 128–139.
- [136] Komisja Europejska, Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) nr 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).
- [137] Komisja Europejska, 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.
- [138] Komisja Europejska, Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) nr 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) nr 2016/798.
- [139] Kopczyk M., Zmiany w technologiach produkcji akumulatorów i baterii – stan aktualny w Polsce. *Wiadomości Elektrotechniczne*, nr LXIX(5), 2001, s. 206–207.
- [140] Koper E. Kochan A., Certyfikacja interfejsów w świetle regulacji prawnych. *Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie, seria: Materiały Konferencyjne*, nr 2(13), 2017, s. 79–90.
- [141] Koper E. Kochan A., Proces certyfikacji podsystemów strukturalnych w świetle regulacji prawnych. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, seria: Transport*, nr 118, 2017, s. 119–129.

-
- [142] Kosmowski K. T., Analiza ryzyka i zarządzanie bezpieczeństwem funkcjonalnym w instalacjach technicznych, w: Podstawy bezpieczeństwa. Akronimy i definicje stosowane w wybranych normach bezpieczeństwa funkcjonalnego, Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2016.
- [143] Kościelniak H., Zarządzanie zmianami w logistyce zaopatrzenia. Logistyka, Instytut Logistyki i Magazynowania, nr 6, 2014, wersja CD.
- [144] Kotter J., Jak przeprowadzić transformację firmy, Helion, Gliwice 2007.
- [145] Kozubal J., Rurak A., System zarządzania bezpieczeństwem w organizacji lotniczej. Logistyka, nr 4, 2014, wersja CD.
- [146] Kozubek P., Zarządzanie zmianą jako czynnik rozwoju przedsiębiorstw pasażerskiego transportu zbiorowego. Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, nr 2(1), 2001, s. 36–39.
- [147] Krupa K., Krupa W., Aspekty wdrażania zmian organizacyjnych rola liderów w pokonywaniu oporów (poglądy wybranych autorów). Acta Universitatis Lodziensis, Folia Oeconomica, nr 167, 2003, s. 103–117.
- [148] Kurtyka M., Roth G., Zarządzanie zmianą. Od strategii do działania. Jak połączyć wizję, ludzi i organizację w służbie strategii, Wyd. CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa 2019.
- [149] Lawson E., Price C., The psychology of change management, The McKinsey Quarterly, 2003.
- [150] Lellis A. De, Leva A. Di, Sulis E., Simulation for change management: an industrial application. Procedia Computer Science, vol. 138, 2018, p. 533–540.
- [151] Lem S., Summa technologiae, Wyd. Literackie, Kraków 1964.
- [152] Leveson N. G., Software safety: why, what, and how. ACM Computing Surveys, vol. 18(2), 1986, p. 125–163.
- [153] Levovnik D., Gerbec M., Operational readiness for the integrated management of changes in the industrial organizations – Assessment approach and results. Safety Science, vol. 107, 2018, p. 119–129.
- [154] Lines B. C., Sullivan K. T., Smithwick J. B., Mischung J., Overcoming resistance to change in engineering and construction: Change management factors for owner organizations. International Journal of Project Management, vol. 33(5), 2015, p. 1170–1179.
- [155] Łukasik Z., Nowakowski W., Kuśmińska-Fijałkowska A., Zarządzanie bezpieczeństwem infrastruktury krytycznej. Logistyka, nr 4, 2014, wersja CD.
- [156] Łunarski J., Inżyniera systemów i analiza systemowa, Oficyna Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2010.
- [157] Lutz R. R., Software engineering for safety, in: Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering - ICSE '00, ACM Press, New York, New York, USA 2000, p. 213–226.

- [158] Macias J., Zarządzanie zmianami – nowa jakość rozwoju organizacji. *Problemy Jakości*, nr 46(7–8), 2014, s. 2–9.
- [159] Malinowski Z., Wykorzystanie transportu kolejowego przez wojsko dla celów obronnych państwa, w: praca zbiorowa Szelağ K. (red.) et al, *Zarządzanie bezpieczeństwem w transporcie kolejowym*, Wyd. Akademii Obrony Narodowej, Warszawa 2014, s. 226–237.
- [160] Mańka A., Analiza ryzyka w transporcie szynowym – metoda FMEA i dobre praktyki jej stosowania. *Logistyka*, nr 6, 2014, s. 7058–7067.
- [161] Masłyk-Musiał E., *Organizacja w ruchu. Strategie zarządzania zmianami*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2003.
- [162] Maykowska M., *Platon Prawa*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1960.
- [163] Medikonda B. S., Panchumarthy S. R., A framework for software safety in safety-critical systems. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 34(2), 2009, p. 1–9.
- [164] Mikulski J., Dziula P., *Systemy transportowe w sytuacjach kryzysowych*. *Logistyka*, nr 2, 2008, wersja CD.
- [165] Minister Infrastruktury i Budownictwa, Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 28 lipca 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ogólnych warunków technicznych eksploatacji pojazdów kolejowych.
- [166] Minister Infrastruktury i Rozwoju, Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 10 grudnia 2014 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ogólnych warunków technicznych eksploatacji pojazdów kolejowych.
- [167] Minister Transportu, Rozporządzenie Ministra Transportu z dnia 19 marca 2007 r. w sprawie systemu zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym.
- [168] Młynarski S., Oprędkiewicz J., Systemowe rozwiązania zapewnienia bezpieczeństwa i niezawodności obiektów technicznych. *Problemy Eksploatacji*, nr 3, 2012, s. 39–54.
- [169] Młynarski S., Pilch R., Kaczor G., Smolnik M., Szkoda M., Szybka J., Wpływ wybranych czynników na poziom nienaruszalności bezpieczeństwa (SIL). *Journal of KONBiN*, nr 35, 2015, s. 85–98.
- [170] Młynarski S., Pilch R., Kaczor G., Smolnik M., Szkoda M., Szybka J., Effect of selected factors on the safety integrity level (SIL). *Journal of KONBiN*, vol. 35, 2015, p. 85–98.
- [171] Młyńczak M., *Analiza ryzyka w transporcie i przemyśle*, Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.
- [172] Młyńczak M., Failure models of mechanical objects. *Scientific Problems of Machines Operation and Maintenance*, vol. 163(3), 2010, p. 29–44.

-
- [173] Młyńczak M., *Metodyka badań eksploatacyjnych obiektów mechanicznych*, Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012.
- [174] Młyńczak M., *Ocena ryzyka w systemach transportowych*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, nr 114, 2016, s. 227–237.
- [175] Mogogole K. E., Jokonya O., A conceptual framework for implementing IT change management in public sectors. *Procedia Computer Science*, vol. 138, 2018, p. 835–842.
- [176] Mohrman S. A., The transformational leader. *Academy of Management Perspectives*, vol. 1(1), 1987, p. 74–76.
- [177] Moran J., Brightman B. K., *Leading organizational*, Emerald Group Publishing Limited, 2011.
- [178] Mrówka R., *Przywództwo w organizacjach: Analiza najlepszych praktyk*, Wyd. Wolters Kluwer, 2010.
- [179] Nadziakiewicz M., Wybrane aspekty zarządzania zmianą organizacyjną w jednostkach służby zdrowia. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Organizacja i Zarządzanie*, nr 79, 2015, s. 205–216.
- [180] NASA, *NASA Systems Engineering Handbook*, NASA/SP-20, NASA Headquarteres, Washington 2017.
- [181] National Aeronautics and Space Administration, *NASA Software Safety Guidebook*. Nasa Technical Standard, 2004.
- [182] Neidek R., *Zarządzanie zmianą. Teoria a praktyka*. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Organizacja i Zarządzanie*, nr 32, 2005, s. 119–128.
- [183] Neves P., Schyns B., With the bad comes What change? The interplay between destructive leadership and organizational change. *Journal of Change Management*, vol. 18(2), 2018, p. 1–9.
- [184] NHS North West Leadership Academy, *Lewin's Change Management Model*, 2011.
- [185] Nonaka I., Takeuchi H., *The wise leader*. *Harvard Business Review*, 2011.
- [186] Norwegian National Safety Authority, *Annual report on railway safety 2016*.
- [187] Ober J., Globalizacja a psychologiczne aspekty zarządzania zmianą w organizacjach. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Organizacja i Zarządzanie*, nr. 80, 2015, s. 217–228.
- [188] Pająk M., Madej M., Ozimina D., *Analiza ryzyka dla transportu drogowego towarów niebezpiecznych stwarzających zagrożenie wybuchem*. *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza*, nr 48(4), 2017, s. 54–69.
- [189] Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych, *Raport roczny za rok 2016 z działalności Komisji Badania Wypadków Kolejowych*.
- [190] Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych, *Raport roczny za rok 2017 z działalności Komisji Badania Wypadków Kolejowych*.

-
- [191] Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych, Raport roczny za rok 2018 z działalności Komisji Badania Wypadków Kolejowych.
- [192] Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych, Raport roczny za rok 2019 z działalności Komisji Badania Wypadków Kolejowych.
- [193] Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych, Raport roczny za rok 2020 z działalności Komisji Badania Wypadków Kolejowych.
- [194] Parlament Europejski i Rada, Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2004/49/WE z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych.
- [195] Parlament Europejski i Rada, Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/797 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei w Unii Europejskiej.
- [196] Parlament Europejski i Rada, Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei.
- [197] Pawlik M., Referencyjny model funkcjonalny wspierania bezpieczeństwa i ochrony transportu kolejowego przez systemy z transmisją danych, Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2019.
- [198] Pawlik M., Systemowa ocena bezpieczeństwa kolei – metodologia oceny dla systemów transportowych. Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie, seria: Materiały Konferencyjne, nr 2(185–195), 2019, s. 185–296.
- [199] Pawlisiak M., Uwarunkowania funkcjonowania systemu bezpieczeństwa w transporcie kolejowym, w: praca zbiorowa Szelaż K. (red.) et al, Zarządzanie bezpieczeństwem w transporcie kolejowym, Wyd. Akademii Obrony Narodowej, Warszawa 2014, s. 51–67.
- [200] Piadeh F., Ahmadi M., Behzadian K., Reliability assessment for hybrid systems of advanced treatment units of industrial wastewater reuse using combined event tree and fuzzy fault tree analyses. *Journal of Cleaner Production*, vol. 201, 2018, p. 958–973.
- [201] Pietrzyk-Wiszowaty K., Wykorzystanie transportu kolejowego w trakcie realizacji zadań przez Siły Zbrojne RP. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, nr 125, 2019, s. 137–145.
- [202] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Instrukcja konserwacji, przeglądów oraz napraw bieżących urządzeń sterowania ruchem kolejowym Ie-12 (E-24).
- [203] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Procedura SMS/MMS-PR 02 Ocena ryzyka technicznego i operacyjnego.
- [204] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Wymagania techniczne dla sygnalizatorów stosowanych na liniach kolejowych oraz ich konstrukcji wsporczych Ie-117.

-
- [205] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Wytyczne techniczne budowy urządzeń sterowania ruchem kolejowym Ie-4 (WTB-E10).
- [206] Polak A., Wprowadzanie zmian w dokumentacji technicznej budowy. *Przegląd Budowlany*, nr 82(7–8), 2000, s. 69–73.
- [207] Polak A., Zarządzanie zmianami technicznymi. *Problemy Jakości*, nr 39, 2007, s. 19–23.
- [208] Polski Komitet Normalizacyjny, PN-EN 1090-2:2018-09 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych-Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych.
- [209] Polski Komitet Normalizacyjny, PN-EN 50126-1:2018-02 Zastosowania kolejowe – Specyfikowanie i wykazywanie niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa (RAMS) – Część 1: Proces ogólny RAMS.
- [210] Polski Komitet Normalizacyjny, PN-EN 50129:2019-01 Zastosowania kolejowe – Systemy łączności, przetwarzania danych i sterowania ruchem – Elektroniczne systemy sterowania ruchem związane z bezpieczeństwem.
- [211] Polski Komitet Normalizacyjny, PN-N-18002:2011, Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogółe wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.
- [212] Radkowski S., *Podstawy bezpiecznej techniki*, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.
- [213] Raineri A. B., Change management practices: Impact on perceived change results. *Journal of Business Research*, vol 64(3), 2011, p. 266–272.
- [214] Ratana S., Raksmeey C., Danut D., Conceptualizing a framework: a critical review of the development of change management theories. *Studies in Business and Economics*, vol. 15(2), 2020.
- [215] Robbins S., *Zachowania w organizacji*, Polskie Wyd. Ekonomiczne, Warszawa 2004.
- [216] Robbins S. P., De Cenzo D. A., *Podstawy zarządzania*, Polskie Wyd. Ekonomiczne, Warszawa 2002.
- [217] Sadowski W., *Podstawy ogólnej teorii systemów*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1978.
- [218] Salman Y., Broten N., *Leading change*, Macat Library, London 2017.
- [219] Schuh G., Riesener M., Tönnies C., Aleksic S., Technical change management for the maintenance of product platforms. *Procedia CIRP*, vol. 60, 2017, p. 458–463.
- [220] Sejm Rzeczypospolitej Polskiej, Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym.

- [221] Sejm Rzeczypospolitej Polskiej, Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym.
- [222] Singh S. P., Technical vhnage and productivity growth in the indian sugar industry. *Procedia Economics and Finance*, vol. 39, 2016, p. 131–139.
- [223] Sitarz M., Chruzik K., Zintegrowany system zarządzania bezpieczeństwem w transporcie System zarządzania bezpieczeństwem – podejście procesowe. *TTS Technika Transportu Szynowego*, nr 4, 2010, s. 42–50.
- [224] Sitarz M., Chruzik K., Mańka A., Wachnik R., System Zarządzania Utrzymaniem (MMS) wagonów towarowych według europejskich i polskich wymagań. *Przegląd Komunikacyjny*, nr 7–8, 2012, s. 92–95.
- [225] Sitarz M., Chruzik K., Wachnik R., Aplication of RAMS and FMEA methods in safety management system of railway transport. *Journal of KONBiN*, vol. 4 (24), 2012, p. 149–160.
- [226] Sitarz M., Chruzik K., Wachnik R., Zintegrowany system zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym, Monitorowanie procesów w systemie zarządzania. *TTS Technika Transportu Szynowego*, nr 12, 2012, s. 38–40.
- [227] Sitko W., Mieszajkina E., Zarządzanie w przemyśle wydobywczym wobec wymogu gruntownych zmian. *Przegląd Górniczy*, nr 69, 2013, s. 11–16.
- [228] Skowronek C., Zmiany w wielkości i strukturze produkcji wyrobów przemysłowych. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, nr 11, 1999, s. 229–233.
- [229] Smid G., Hout E. Van, Burger Y., Leadership in organisational change: Rules for successful hiring in interim management. *Journal of Change Management*, vol. 6(1), 2006, p. 35–51.
- [230] Smoczyński P., Zarządzanie ryzykiem zagrożeń generowanych podczas eksploatacji infrastruktury kolejowej. Rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska, 2018, niepublikowane.
- [231] Smoczyński P., Finke S., Kadziński A., Hazard identification method applied to the analyses domain with a virtual freight facility. *Journal of Mechanical and Transport Engineering*, vol. 69(2), 2017, p. 57–67.
- [232] Smoczyński P., Gill A., Kadziński A., Laur M. T.Ö.T., Application of an improved bowtie method in CSM-compliant risk assessment of a change introduced in the EU railway system. in: *Challenges for the market of production, operation and maintenance of rail vehicles*. Cracow University of Technology, 2021, p. 269–276.

-
- [233] Smoczyński P., Kadziński A., Introduction to the risk management in the maintenance of railway tracks. *Journal of Mechanical and Transport Engineering*, vol. 68(4), 2016, p. 65–80.
- [234] Sowa A., Analiza poprawności użycia wybranych pojęć w rozporządzeniu wykonawczym UE nr 402/2013 dotyczącym transportu kolejowego, w: *Materiały Konferencyjne XXII Konferencji Naukowej „Pojazdy Szynowe 2016”*, Bydgoszcz-Gniew 2016, s. 259–274.
- [235] Starosta A., Zakłócenia transportu morskiego – ciężkie warunki pogodowe – sposób oceny zagrożenia. *Logistyka*, nr 4, 2009, wersja CD.
- [236] Stasiła-Sieradzka M., Organizacyjne i społeczne opory wobec zmian w organizacji. *Zagadnienia Techniczno-Ekonomiczne*, nr 49(3), 2004, s. 311–316.
- [237] Strona internetowa, <https://www.wiskol.pl/o-firmie/politykabezpieczenstwa> (online, dostęp – czerwiec 2021).
- [238] Strona internetowa, https://ctl.pl/wp-content/uploads/2019/12/Polityka-bezpieczenstwa-CTI-MB_2_12_2019-1.pdf (online, dostęp – czerwiec 2021).
- [239] Strona internetowa, <https://akademia.utk.gov.pl/index.php?page=szkolenie&id=26> (online, dostęp – lipiec 2017).
- [240] Szkoda M., Assessment of reliability, availability and maintainability of rail gauge change systems. *Eksploatacja i Niezawodność*, vol. 16(3), 2014, p. 422–432.
- [241] Szkoda M., Kaczor G., Application of FMEA analysis to assess the safety of rail vehicles application of FMEA analysis to assess. *Proceedings of 23rd International Symposium EURO – ZEL 2015*, 2015, p. 1–9.
- [242] Szkoda M., Kaczor G., Reliability and availability assessment of diesel locomotive using fault tree analysis. *Archives of Transport*, vol. 40(4), 2016, p. 65–75.
- [243] Szkoda M., Lisowska A., Paluch M., Analysis of statistics on significant accidents in rail transport in Poland compared to selected european countries, in: *Challenges for the market of production, operation and maintenance of rail vehicles*, Kraków – Arłamów 2021, p. 339–348.
- [244] Szlęzak P., Zarządzanie zmianą w zakresie wdrażania kooperacji. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Organizacja i Zarządzanie*, nr 100, 2017, s. 501–511.
- [245] Szmel D., Zabłocki W., i inni., Wybrane zagadnienia oceny ryzyka w odniesieniu do systemów sterowania ruchem kolejowym. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, seria: Transport*, nr 127, 2019, s. 81–91.
- [246] Szmel D., Wawrzyniak D., Application of FMEA method in railway signalling projects. *Journal of KONBiN*, vol 42(1), 2017, p. 93–110.

-
- [247] Szopa T., *Niezawodność i bezpieczeństwo*, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
- [248] Szrama S., Kadziński A., Hazard identification process implementation in selected analysis domain of the maintenance system of the multirole F-16 aircraft. *Journal of Mechanical and Transport Engineering*, vol. 69(2), 2017, p. 69–86.
- [249] Szwedzka K., Lipiak J., Model PDCA w procesie implementacji zmiany w przedsiębiorstwie. *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, nr 20, 2017, s. 26–33.
- [250] Szymanek A., *Bezpieczeństwo i ryzyko w technice*, Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom 2006.
- [251] Szymanek A., O niektórych metodologicznych aspektach zarządzania ryzykiem w transporcie drogowym. *Logistyka*, nr 4, 2015, s. 8386–8394.
- [252] Szymanek A., *Teoria i metodologia zarządzania ryzykiem w ruchu drogowym*, Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom 2012.
- [253] Takeda K., Saito H., Shiamad Y., Kitajima T., et al., Overview for management of change based on business process model of plant lifecycle. 23rd European Symposium on Computer Aided Process Engineering, vol. 32(2012), 2013, p. 607–612.
- [254] Tálamo J. R., Managing innovation – integrating technological, market and organizational change. *EccoS – Revista Científica*, vol. 3(2), 2008, p. 125–127.
- [255] Taleb N., *Antykruchość. O rzeczach, którym służą wstrząsy*, Kurhaus Publishing, 2013.
- [256] Tan C. C., The theory and practice of change management. *Asian Business & Management*, vol. 5(1), 2006, p. 153–155.
- [257] Tang Y., Liu Q., Jing J., Yang Y., et al., A framework for identification of maintenance significant items in reliability centered maintenance. *Energy*, vol. 118, 2017, p. 1295–1303.
- [258] Todnem by R., Organisational change management: A critical review. *Journal of Change Management*, vol. 5(4), 2005, p. 369–380.
- [259] Todnem by R., Burnes B., Oswick C., Change management: The road ahead. *Journal of Change Management*, vol. 11(1), 2011, p. 1–6.
- [260] Tohidi H., Jabbari M. M., Organizational culture and leadership. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, vol. 31, 2012, p. 856–860.
- [261] Tomaszuk M., *Postrzeżenie stanu bezpieczeństwa korzystających z gminnego publicznego transportu zbiorowego na przykładzie Aglomeracji Poznańskiej*, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wyd. Naukowe Wydziału Nauk Politycznych i Dziennikarstwa, Poznań 2021.

-
- [262] Toruń W., Najwyższy czas na zmianę przepisów o przejazdach kolejowych. *Przegląd Komunikacyjny*, nr 44(3), 2003, s. 15–18.
- [263] Triebs T. P., Kumbhakar S. C., Productivity with general indices of management and technical change. *Economics Letters*, vol. 120(1), 2013, p. 18–22.
- [264] Tsoukas H., Chia R., On organizational becoming: rethinking organizational change. *Organization Science*, vol. 13(5), 2002, p. 567–582.
- [265] Urząd Transportu Kolejowego, Sprawozdanie z funkcjonowania rynku transportu kolejowego w 2016 r., Warszawa 2017.
- [266] Urząd Transportu Kolejowego, Sprawozdanie z funkcjonowania rynku transportu kolejowego w 2017 r., Warszawa 2018.
- [267] Urząd Transportu Kolejowego, Sprawozdanie z funkcjonowania rynku transportu kolejowego w 2018 r., Warszawa 2019.
- [268] Urząd Transportu Kolejowego, Sprawozdanie z funkcjonowania rynku transportu kolejowego w 2020 r., Warszawa 2021.
- [269] Urząd Transportu Kolejowego, Sprawozdanie z funkcjonowania rynku transportu kolejowego w 2021 r., Warszawa 2022.
- [270] Urząd Transportu Kolejowego, Raport w sprawie bezpieczeństwa transportu kolejowego w Polsce w 2016 r., Warszawa 2017.
- [271] Urząd Transportu Kolejowego, Raport w sprawie bezpieczeństwa transportu kolejowego w Polsce w 2017 r., Warszawa 2018.
- [272] Urząd Transportu Kolejowego, Raport w sprawie bezpieczeństwa transportu kolejowego w Polsce w 2018 r., Warszawa 2019.
- [273] Vanderhaegen F., Hollnagel E., Safety-I and Safety-II, the past and future of safety management. *Cognition, Technology & Work*, vol. 17(3), 2015, p. 461–464.
- [274] Van de Ven A. H., Poole M. S., Alternative approaches for studying organizational change. *Organization Studies*, vol. 26(9), 2005, p. 1377–1404.
- [275] Vileiniskis M., Remenyte-Prescott R., Quantitative risk prognostics framework based on Petri Net and Bow-Tie models. *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 165, 2017, p. 62–73.
- [276] Vos J. F. J., Rupert J., Change agent's contribution to recipients' resistance to change: A two-sided story. *European Management Journal*, vol. 36(4), 2018, p. 453–462.
- [277] Wachnik R., System zarządzania utrzymaniem pojazdów kolejowych jako narzędzie do monitorowania bezpieczeństwa. Rozprawa doktorska, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Puławskiego, 2016, niepublikowane.

-
- [278] Waddell D., Sohal A. S., Resistance: a constructive tool for change management. *Management Decision*, vol. 36(8), 1998, p. 543–548.
- [279] Walas-Trębacz J., Zmiany organizacyjne przeprowadzane w przedsiębiorstwie. *Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie*, nr 2(13), 2009, s. 31–41.
- [280] Walden D., Roedler G., Forsberg K., Hamelin D. et al., *Systems engineering handbook: A guide for system life cycle processes and activities*, Wiley & Sons, Incorporated, Hoboken 2011.
- [281] Wasiluk A., Menedżerowie a zmiany wprowadzane w przedsiębiorstwach. *Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej*, seria: *Ekonomia i Zarządzanie*, nr 9, 2004, s. 301–312.
- [282] Wilberg J., Elezi F., Tommelein I. D., Lindemann U., Using a systemic perspective to support engineering change management. *Procedia Computer Science*, vol. 61, 2015, p. 287–292.
- [283] Wiśniewska-Placheta E., Determinanty gotowości przedsiębiorstwa do zmiany. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, seria: *Organizacja i Zarządzanie*, nr 77, 2015, s. 249–264.
- [284] Wołoszyn M., Wykorzystanie modelu kompetencji do zarządzania zmianą w organizacjach publicznych – praktyka wdrożeniowa. *Zeszyty Naukowe AON*, nr 4(101), 2015, s. 161–174.
- [285] Worley C. G., Mohrman S. A., Is change management obsolete? *Organizational Dynamics*, vol 43(3), 2014, p. 214–224.
- [286] Wyraz E., Szkoda M., Wymgania formalno-prawne w transporcie kolejowym. *Eksploatacja i Testy*, nr 12, 2017, s. 1430–1435.
- [287] Yukl G., Managerial leadership: A review of theory and research. *Journal of Management*, vol. 15(2), 1989, p. 251–289.
- [288] Zając S., Teorie i problematyka zmian w zarządzaniu organizacją, w: *Prace Naukowo-Dydaktyczne. Efektywność Zarządzania Zasobami Organizacyjnymi*, nr 68, 2015, s. 313–330.
- [289] *Zintegrowany System Zarządzania Bezpieczeństwem Transportu Kolejowego w Polsce pod redakcją Marka Sitarza. Tom 1– Żółta Księga – Yellow Book*, vol. 2 – Wskazówki. Politechnika Śląska w Gliwicach, Wydział Transportu, Katedra Transportu Szynowego, Katowice 2009.

ZAŁĄCZNIK Z. BAZA POJĘĆ ROZPRAWY

Z.1. Pojęcia dotyczące systemu kolejowego

Autoryzacja bezpieczeństwa – dokument potwierdzający ustanowienie przez zarządcę infrastruktury systemu zarządzania bezpieczeństwem oraz zdolność spełniania przez niego wymagań niezbędnych do bezpiecznego projektowania, eksploatacji i utrzymania infrastruktury kolejowej [220].

Bocznica kolejowa – wyznaczona przez zarządcę infrastruktury droga kolejowa, połączona bezpośrednio lub pośrednio z linią kolejową, służąca do wykonywania czynności ładunkowych, utrzymaniowych lub postoju pojazdów kolejowych albo przemieszczania i włączania pojazdów kolejowych do ruchu po sieci kolejowej [220].

Certyfikat bezpieczeństwa – dokument potwierdzający posiadanie przez przewoźnika kolejowego zaakceptowanego systemu zarządzania bezpieczeństwem oraz zdolność spełniania przez niego wymagań bezpieczeństwa [220].

Dokumentacja systemu utrzymania pojazdów kolejowych – zbiór zasad postępowania w procesie przeprowadzania utrzymania pojazdu kolejowego. Dokumentacje dla pojazdów niezarejestrowanych podlegają zatwierdzeniu przez Prezesa UTK [165, 166].

Dworzec kolejowy – obiekt budowlany lub zespół obiektów budowlanych, w którym znajdują się pomieszczenia przeznaczone do obsługi podróżnych korzystających z transportu kolejowego, położony przy linii kolejowej [220].

Infrastruktura krytyczna – systemy oraz wchodzące w ich skład powiązane ze sobą funkcjonalnie obiekty, w tym obiekty budowlane, urządzenia, instalacje, usługi kluczowe dla bezpieczeństwa państwa i jego obywateli oraz służące sprawnemu funkcjonowaniu organów administracji publicznej, a także instytucji i przedsiębiorców [221]. Infrastruktura krytyczna obejmuje systemy [221]:

- a) zaopatrzenia w energię, surowce energetyczne i paliwa,
- b) łączności,
- c) sieci teleinformatycznych,
- d) finansowe,
- e) zaopatrzenia w żywność,
- f) zaopatrzenia w wodę,
- g) ochrony zdrowia,
- h) transportowe,
- i) ratownicze,
- j) zapewniające ciągłość działania administracji publicznej,
- k) produkcji, składowania, przechowywania i stosowania substancji chemicznych i promieniotwórczych, w tym rurociągi substancji niebezpiecznych.

Interoperacyjność systemu kolei – zdolność systemu kolei do zapewnienia bezpiecznego i nieprzerwanego ruchu pociągów, spełniającego warunki techniczne, ruchowe, eksploatacyjne i prawne, których zachowanie zapewnia dotrzymanie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei i umożliwia efektywne poruszanie się po transeuropejskiej sieci kolejowej [220].

Krajowy Organ Bezpieczeństwa – podmiot, któremu powierzono zadania w zakresie bezpieczeństwa kolei zgodnie z postanowieniami Dyrektywy w sprawie bezpieczeństwa kolei [196]. W Polsce to Prezes Urzędu Transportu Kolejowego.

Linia kolejowa – wyznaczona przez zarządcę infrastruktury droga kolejowa przystosowana do prowadzenia ruchu pociągów [220].

Ochrona infrastruktury krytycznej – wszelkie działania zmierzające do zapewnienia funkcjonalności, ciągłości działań i integralności infrastruktury krytycznej w celu zapobiegania zagrożeniom, ryzyku lub słabym punktom oraz ograniczenia i neutralizacji ich skutków, oraz szybkiego odtworzenia tej infrastruktury na wypadek awarii, ataków oraz innych zdarzeń zakłócających jej prawidłowe funkcjonowanie [221].

Pociąg – pojazd kolejowy albo skład pojazdów kolejowych, który spełnia wymagania określone dla pociągu i któremu zarządca infrastruktury nadał status pociągu [220].

Pojazd kolejowy – pojazd dostosowany do poruszania się na własnych kołach po torach kolejowych, z napędem lub bez napędu [220].

Przejazd kolejowo-drogowy – zbiór obiektów związanych ze skrzyżowaniami linii kolejowych i dróg publicznych, których przekraczanie odbywa się na poziomie szyn [129].

Przewoźnik kolejowy – przedsiębiorca, który na podstawie licencji wykonuje przewozy kolejowe lub świadczy usługę trakcyjną [220].

Stacja pasażerska – obiekt infrastruktury usługowej obejmujący dworzec kolejowy lub perony wraz z infrastrukturą umożliwiającą pasażerom dotarcie do peronów, pieszo lub pojazdem, z drogi publicznej lub dworca kolejowego [220].

System kolejowy – wyróżniona cechami funkcjonalnymi i technicznymi sieć kolejowa i pojazdy kolejowe przeznaczone do ruchu po tej sieci [220].

System kolejowy – całość podsystemów strukturalnych i funkcjonalnych jak też zarządzanie i prowadzenie działania całością systemu [196].

System zarządzania bezpieczeństwem – organizacja i działanie przyjęte przez zarządcę infrastruktury i przewoźnika kolejowego dla zapewnienia bezpieczeństwa [220].

System zarządzania utrzymaniem – system wdrożony przez certyfikowany podmiot odpowiedzialny za utrzymanie [138].

Świadectwo bezpieczeństwa – dokument potwierdzający zdolność bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego i wykonywania przewozów kolejowych, wydawany podmiotom zwolnionym z obowiązku uzyskania certyfikatu bezpieczeństwa i autoryzacji bezpieczeństwa [220].

Użytkownik bocznic kolejowej – zarządca infrastruktury, który nie zarządza inną drogą kolejową niż bocznic kolejowa [220].

Wagon towarowy – oznacza pojazd nieposiadający własnego napędu, przystosowany do przewozu ładunku lub innych materiałów wykorzystywanych w ramach działań takich, jak budowa lub utrzymanie infrastruktury [138].

Zarządca infrastruktury – podmiot wykonujący działalność polegającą na zarządzaniu infrastrukturą kolejową, na zasadach określonych w ustawie o transporcie kolejowym; funkcje zarządcy infrastruktury kolejowej lub jej części mogą wykonywać różne podmioty [220].

Zdarzenie niepożądane w ramach systemu kolejowego – zdarzenie, które może spowodować stratę/szkodę w wyniku aktywizacji (materializacji) zagrożeń [103]. Zdarzenie niepożądane w systemie kolejowym dzielą się na [129, 262]:

- **poważny wypadek** – zdarzenie ujawniające się w postaci kolizji, wykolejenia lub innymi negatywnymi konsekwencjami, w którym przynajmniej jedna osoba poniosła śmierć bądź pięć osób zostało ciężko rannych albo straty spowodowane zniszczeniem pojazdu kolejowego, infrastruktury kolejowej lub środowiska wyceniono, na co najmniej 2 mln euro,
- **trudności eksploatacyjne** – zdarzenia, które nie spełniają kryteriów poważnych wypadków, wypadków i incydentów,
- **wypadek** – niezamierzone nagłe zdarzenie lub ciąg takich zdarzeń z udziałem pojazdów kolejowych, powodujące negatywne konsekwencje dla zdrowia ludzkiego, mienia bądź środowiska. Do wypadków zalicza się: kolizje, wykolejenia, zdarzenia na przejazdach, zdarzenia z udziałem osób spowodowane przez pojazdy kolejowe będący w ruchu czy też pożary pojazdów kolejowych,
- **incydent kolejowy** – każde zdarzenie inne niż poważny wypadek i wypadek, a związane z ruchem pociągów i mające wpływ na ich stan bezpieczeństwa.

Z.2. Pojęcia dotyczące modelowania

Eksploatacja – zespół działań technicznych i organizacyjnych mających na celu umożliwienie obiektowi lub systemowi wypełnianie wymaganych funkcji, włącznie z koniecznym dostosowywaniem się do zmian warunków zewnętrznych [173].

Model – uproszczona reprezentacja systemu, w czasie i przestrzeni, stworzona w zamiarze zrozumienia zachowania systemu rzeczywistego [6, 23, 24].

Modelowanie – wyszukiwanie w systemie cech i związków istotnych ze względu na dany cel [6, 23, 24].

Obiekt techniczny – byt złożony lub system, w którym na niższych poziomach dekompozycji definiuje się komponenty (komponenty/obiekty odnawiane – układy zespoły, podsystemy; komponenty/obiekty nieodnawiane – podsystemy, elementy, powierzchnie robocze elementów) lub podsystemy. Wzajemne relacje między komponentami/obiektami i podsystemami tworzą struktury, np. strukturę konstrukcyjną, funkcjonalną, niezawodnościową, diagnostyczną [6, 127, 173, 172, 217].

System (1) – zbiór (zespół, kompleks) współdziałających ze sobą elementów stanowiących celowo zorientowaną całość [9, 23, 64, 180, 280].

System (2) – byt przejawiający istnienie przez synergiczne współdziałanie elementów [23, 64, 116].

System techniczny – jest stworzonym przez człowieka (w pewien sposób uporządkowanym) bytem i realnie istniejącym zbiorem komponentów, obiektów technicznych, a nawet systemów obiektów technicznych, stanowiących współzależną całość [116, 156, 173].

Z.3. Pojęcia dotyczące zarządzania bezpieczeństwem i zarządzania ryzykiem zagrożeń

Bezpieczeństwo – stan braku zagrożeń o ryzyku niedopuszczalnym [29].

Domena zmiany – wyróżniony w związku z wdrażaniem zmiany obszar zainteresowań, składająca się z trzech elementów: środowiska, człowieka (ludzi), techniki, w związku z którymi osobno lub w ich różnych kombinacjach mogą pojawiać się źródła zagrożeń wynikające ze zrealizowania zmiany. Opracowanie własne na podstawie [116].

Karta charakterystyki zagrożenia – format tabeli służący do zapisu (przechowywania) najważniejszych informacji uzyskanych w prawidłowo przeprowadzonym procesie identyfikacji zagrożeń [65].

Kultura bezpieczeństwa – trwała wartość mająca priorytetowe miejsce w zawodowym i publicznym bezpieczeństwie każdego człowieka, w każdej grupie i na każdym poziomie organizacji. Dotyczy obszaru działania, w którym każdy obywatel indywidualnie, a także grupy społeczne angażują się do osobistej odpowiedzialności za bezpieczeństwo poprzez zmianę wartości, postaw, postrzegania, kompetencji, modyfikowanie zachowań (na bazie wyciąganych wniosków z popełnionych błędów), a także poprawę stylu i jakości zarządzania bezpieczeństwem w danej organizacji lub na danym obszarze [101, 129].

Obszar analiz – wyróżniony obszar zainteresowań składający się z trzech elementów: środowiska, człowieka (ludzi), techniki, w związku z którym osobno lub w ich różnych kombinacjach mogą pojawiać się źródła zagrożeń [116].

Ocena ryzyka zagrożenia – w domenie/obszarze analiz – przy zastosowaniu wybranego modelu ryzyka – określenie (wyznaczenie) wartości miary ryzyka (w skrócie – oszacowanie ryzyka) oraz jej przyporządkowanie do jednego z poziomów ryzyka zastosowanego modelu [116].

RAMS – niezawodność, dostępność, podatność utrzymaniowa i bezpieczeństwa w zastosowaniu kolejowym, zgodnie z normą PN-EN 50126-1:2018 Zastosowania kolejowe - Specyfikowanie i wykazywanie niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa (RAMS) – Część 1: Proces ogólny RAMS [209].

Rejestr zagrożeń – zbiór kart charakterystyk zagrożeń w liczbie odpowiadającej liczbie zidentyfikowanych zagrożeń [65].

Ryzyko (1) – kombinacja poziomu możliwości (prawdopodobieństwa) aktywizacji zagrożenia w zdarzeniu niepożądanym i/lub poziomu jego skutków albo konsekwencji [119].

Ryzyko (2) – możliwość zaistnienia zdarzenia przy uwzględnieniu częstości (prawdopodobieństwa) i skutków wystąpienia zagrożeń [126].

Ryzyko zagrożenia (1) – iloczyn poziomu możliwości (prawdopodobieństwa) aktywizacji (materializacji) zagrożenia w zdarzeniu niepożądanym i poziomu jego skutków lub konsekwencji (strat/szkód) [119].

Ryzyko zagrożenia (2) – kombinacja poziomów możliwości aktywizacji (materializacji) zagrożenia w zdarzeniu niepożądanym i/lub poziomu jego skutków lub konsekwencji (strat/szkód) [119, 250].

Strata/szkoda – utrata życia, uraz fizyczny lub uszczerbek na zdrowiu, utrata lub zniszczenie mienia, degradacja środowiska (otoczenia), straty ekonomiczne itp. [64, 102, 119, 212].

System bezpieczeństwa – zespół środków redukcji ryzyka, stanowiący celowo zorganizowaną całość [64].

Środki redukcji ryzyka (1) – elementy systemów bezpieczeństwa [64].

Środki redukcji ryzyka (2) – elementy systemów oddziałujące na źródła zagrożeń [64].

Zagrożenie (1) – hipotetyczny stan obszaru analiz prowadzący do zdarzeń niepożądanych [64].

Zagrożenie (2) – warunkowa możliwość ujawnienia się strat/szkód [211].

Zarządzanie ryzykiem zagrożeń – systematyczna realizacja polityki zarządzania z wdrażaniem procedur i praktycznym działaniem, mająca na celu sprowadzenie ryzyka do racjonalnego poziomu, a obejmująca analizowanie, wartościowanie oraz redukowanie nadmiernego ryzyka lub sterowanie ryzykiem pozostałym [119].

Zdarzenie niepożądane – zdarzenie, które może spowodować stratę/szkodę w wyniku aktywizacji (materializacji) zagrożenia [64, 103, 212].

Źródła zagrożenia – (zwane także w literaturze czynnikami zagrożenia, czynnikami ryzyka, ich część nazywana jest czynnikami niebezpiecznymi, szkodliwymi lub uciążliwymi) – twory (np. fizyczne, chemiczne, biologiczne, psychofizyczne, organizacyjne, osobowe), których obecność we wskazanym obszarze analiz, stan, właściwości itp. są powodem (źródłem) sformułowania zagrożenia [103, 119].