

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

DYSCYPLINA NAUKOWA INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT

DZIEDZINA NAUK: NAUKI INŻYNIERYJNO - TECHNICZNE

Rozprawa doktorska

mgr inż. Magdalena Kycko

**Metoda analizy ryzyka w inwestycjach wprowadzających zmiany
w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym**

Promotor

Dr hab. inż. Jacek Kukulski prof. uczelni

Warszawa 2022

Niniejszą rozprawę dedykuję **Śp. dr hab. inż. Wiesławowi Zabłockiemu**

Pragnę podziękować promotorowi **dr hab. inż. Jackowi Kukulskiemu** za pomoc, motywację oraz nieocenione wskazówki udzielane podczas redagowania rozprawy doktorskiej.

Pragnę podziękować **dr hab. inż. Markowi Pawlikowi** za otrzymaną wiele lat temu szansę, za ogromną pomoc i wsparcie w realizacji niniejszej rozprawy.

Szczególne podziękowania składam moim **Rodzicom, Siostrze** oraz **Bratu** za ogromną cierpliwość, wsparcie oraz wiarę.

Składam również podziękowania dla wszystkich **pracowników Instytutu Kolejnictwa oraz Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej**, którzy przyczynili się do powstania niniejszej rozprawy w trakcie wielu wspólnych prac i dyskusji naukowych.

Spis treści

Streszczenie	7
Słownik pojęć i definicji	11
Skróty zastosowane w pracy	16
1. Wstęp	18
1.1. Wprowadzenie, zdefiniowanie obszaru badawczego	18
1.2. Stan zagadnienia	21
1.3. Sformułowanie problemu badawczego	27
1.4. Cel, teza i zakres pracy	28
2. Kolejowe procesy inwestycyjne	31
2.1. Skala realizowanych inwestycji	31
2.2. Kolejowe procesy inwestycyjne w polskich uwarunkowaniach	35
2.3. Wymagania i uwarunkowania inwestycji obejmujących zabudowę i wdrożenie systemów sterowania	39
2.4. Uwarunkowania formalno-prawne	44
2.5. Uczestnicy kolejowych procesów inwestycyjnych	55
3. Zagadnienie ryzyka w inwestycjach	57
3.1. Ryzyko i jego rodzaje	57
3.2. Metody analizy ryzyka	62
3.3. Ryzyko związane z pracą ludzką	76
3.4. Ryzyko w procesach inwestycyjnych systemów sterowania	78
4. Identyfikacja czynników ryzyka w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie	82
4.1 Uwagi ogólne - założenia	82
4.2 Rejestry zagrożeń	83
4.3 Ankieta	85
4.4 Spotkania warsztatowe	89
5. Analiza ryzyk w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym	92
5.1. Analiza ryzyk w odniesieniu do interesariuszy	92
5.2. Analiza ryzyk w odniesieniu do etapów inwestycji	93
6. Metoda analizy ryzyka	96
6.1 Formalizacja opisu czynników ryzyka	96
6.2 Schemat metody	103
7. Implementacja metody	105
7.1. Założenia ogólne	105
7.2. Opracowanie narzędzia, kart kontrolnych	106
8. Weryfikacja metody	109
8.1 Założenia ogólne	109
8.2 Analiza ryzyka dla projektu budowlanego dużej stacji węzłowej	111
8.3 Analiza ryzyka dla projektu wykonawczego fragmentu linii SKM wraz ze stacją	113
8.4 Analiza ryzyka dla projektu wykonawczego modernizacji linii kolejowej A	114

8.5 Analiza ryzyka dla projektu wykonawczego modernizacji linii kolejowej B.....	116
9. Podsumowanie	120
9.1. Spełnienie założonego celu oraz dowiedzenie tezy	120
9.2. Kierunki dalszych badań	122
Spis tabel	123
Spis rysunków	124
Bibliografia	126
Załącznik nr 1. Wzór ankiety	133
Załącznik nr 2. Wyniki spotkań warsztatowych	136
Załącznik nr 3. Instrukcja do programu w MS Access	150

Streszczenie

W ostatnich latach transport kolejowy w Polsce jak i na świecie podlega dynamicznemu rozwojowi. Realizowanych jest szereg dużych inwestycji, przy braku dostatecznej ilości kompetentnych, doświadczonych osób, zaangażowaniu nowych firm wykonawczych oraz pośpiechu, który może przekładać się na niską jakość realizowanych prac, jak i na poziom bezpieczeństwa. Jednocześnie w transporcie kolejowym coraz większy nacisk kładziony jest na analizowanie ryzyka, co docelowo ma podnieść poziom bezpieczeństwa kolei. Wymagane prawem analizowanie ryzyka ogranicza się jednak do wpływu na bezpieczeństwo ruchu i nie obejmuje stosowania analizy ryzyka, dla nadzoru nad merytoryczną realizacją inwestycji kolejowych, szczególnie, że brak jest w tym zakresie metod uwzględniających specyfikę systemów sterowania ruchem kolejowym, których wpływ na bezpieczeństwo jest szczególnie istotny. W związku z powyższym niniejsza praca przedstawia własną autorską metodę oraz narzędzie, które może wspomagać procesy inwestycyjne obejmujące branżę sterowania ruchem kolejowym oraz wpłynąć na zwiększenie bezpieczeństwa realizowanych inwestycji, w tym bezpieczeństwo ruchu kolejowego w zakresie, w jakim zależy ono od inwestycji.

Rozprawa doktorska obejmuje zagadnienia związane z analizą ryzyka, wskazując na czynniki i okoliczności powodujące jego powstawanie. Przedstawione zostały również metody, które pozwalają ocenić wielkość ryzyka jak również jego wpływ na bezpieczeństwo inwestycji obejmujących systemy sterowania ruchem kolejowym. W rozprawie omówione zostały również kryteria i uwarunkowania decydujące o wyborze odpowiedniej metody dla właściwej oceny przyszłych efektów podejmowanych decyzji inwestycyjnych. Praca w głównej mierze koncentruje się na określeniu i analizie czynników ryzyka, co stanowi podstawę do tworzenia kart kontrolnych oraz narzędzia, które mogą służyć do analizy ryzyka przy ocenie ryzyk w realizacji projektów inwestycyjnych. Zaprezentowano autorską metodę, która pozwala wyodrębnić i określić, w jakim stopniu jedna zmienna wejściowa projektu wpływa na bezpieczeństwo i efektywność analizowanej inwestycji.

Zakres rozprawy obejmuje zagadnienia opisane w dziewięciu rozdziałach. Część pierwsza pracy (rozdział 1) przedstawia cel i zakres pracy, oraz przedstawia identyfikację problemu badawczego. W dalszej części pracy (rozdziały 2 i 3) przedstawiona została krótka charakterystyka inwestycji kolejowych w Polsce oraz stan zaawansowania wybranych inwestycji. Również w tej części pracy przedstawiono szereg zagadnień związanych

z ryzykiem i metodami analizy, które są stosowane w procesach inwestycyjnych oraz wybrane zagadnienia związane z zarządzaniem ryzykiem.

W kolejnych rozdziałach (rozdział 4, 5) przedstawiono wyniki ankiet oraz spotkań warsztatowych, które zostały przeprowadzone z projektantami oraz producentami systemów sterowania. Określone zostały kryteria oraz wagi dla poszczególnych ryzyk w podziale na interesariuszy oraz etapy inwestycji. Rozdział 6 opisuje autorską metodę analizy ryzyka oraz zaprojektowane narzędzie, które będzie służyło do niwelowania ryzyka na różnych etapach realizacji inwestycji kolejowych. Natomiast w rozdziałach 7 oraz 8 przedstawiona została implementacja metody oraz jej weryfikacja poprzez zastosowanie zaprojektowanego narzędzia podczas analizy czterech procesów inwestycyjnych na etapie projektowania.

Przedstawiona w rozprawie autorska metoda wspomaga proces inwestycyjny pod względem wykrycia ewentualnych zagrożeń, co przekłada się na zwiększenie poziomu bezpieczeństwa inwestycji. Wyniki weryfikacji przedstawionej metody oraz narzędzia potwierdzają skuteczność przedmiotowej metody.

Ostatnia część pracy (rozdział 9) zawiera podsumowanie wraz z wnioskami oraz kierunkami dalszych badań.

Słowa kluczowe: sterowanie ruchem kolejowym, analiza ryzyka, czynniki zagrożeń.

Abstract

In recent years, rail transport in Poland, and in the world, has undergone dynamic development. Numerous large investments are being carried out, involving insufficient number of competent, experienced workers, and new contractors, and haste, which may translate into poor quality of the work and low safety level. At the same time, growing emphasis on risk analysis is present in railway transport, ultimately aiming at increasing rail safety performance. However, the risk analyses required by law are frequently limited to the impact on railway traffic safety and do not include the use of the risk analyses for supervising appropriate implementation of railway investments, especially since there are no methods in this respect that take into account the specificity of the rail traffic control systems, the impact of which on safety is particularly significant. Therefore, this work presents original proprietary method and tool that can be utilized to support investment processes conducted by the rail traffic control industry and to increase the safety of the investments, including rail traffic safety to the extent that it depends on the investments.

The doctoral thesis covers issues related to risk analyses, indicating factors and circumstances causing risks. Available risk assessment methods, which support both safety impact analyses, and risk evaluation of the investments involving railway traffic control systems are also presented. Dissertation also discusses criteria and conditions influencing selection of an appropriate method for the proper assessment of the future effects of investment-related decisions. It focuses mainly on identification and analysis of the risk factors, which are the basis for the creation of the control charts and software tool, that can be used for risk analyses during investment projects' implementation risks assessments. Own proprietary method has been presented, which allows to isolate single input variables and determine to what extent they influence safety and efficiency of the investment being analysed.

The scope of the dissertation covers topics described in nine chapters. The first part of the work (chapter 1) presents the aim and the scope of the work, as well as identification of the research problem. Then (chapters 2 and 3), a short description of railway investments in Poland together with advancement of selected investments are presented. Also in these chapters numerous issues related to risks and risk analyses methods that are used to support investment processes as well as selected risk management issues are presented.

The following chapters (chapters 4, 5) describe results of surveys and workshop meetings that were conducted with designers and manufacturers of traffic control systems. Criteria and weights for individual risks were defined, broken down into stakeholders and investment stages. Chapter 6 contains description of the original proprietary risk analysis method and the designed software tool that will be used to eliminate the risk at various stages of the railway investments. Chapters 7 and 8 describe implementation of the method and its verification by using the designed tool for analysing and supporting four investment processes at the design stage.

Original author's method presented in the dissertation supports investment processes in terms of detecting possible hazards, which translates into increase of the safety level of investments. Method and software tool verification results have already confirmed effectiveness of the proposed and detailed method.

Last part of the work (chapter 9) contains summary with conclusions and directions foreseen for further research.

Keywords: railway traffic control systems, risk analysis, hazards.

Słownik pojęć i definicji

Poniżej przedstawiono szereg użytych w pracy pojęć oraz ich definicji, w celu lepszego zrozumienia niniejszej pracy. Pojęcia, które zostały zaczerpnięte z literatury mają przypisane źródła, natomiast pozostałe pojęcia są pojęciami własnymi, zdefiniowanymi przez autora pracy i zapisane zostały kursywą.

- Analiza ryzyka - systematyczne wykorzystywanie wszystkich dostępnych informacji do identyfikowania zagrożeń i szacowania ryzyka [123]
- Analiza zagrożeń - proces identyfikowania zagrożeń i analizowania ich przyczyn oraz wywodzenia wymagań dla ograniczenia prawdopodobieństwa oraz skutków zagrożeń do tolerowanego poziomu [112]
- Bezpieczeństwo - brak niedopuszczalnego ryzyka [112]
- Bezpieczeństwo inwestycji - *(w odniesieniu do inwestycji wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym) brak niedopuszczalnego ryzyka szkody, które może powodować zagrożenie*
 - *w ruchu kolejowym podczas realizacji inwestycji, lub w wyniku realizacji inwestycji, czyli obniżenie bezpieczeństwa ruchu kolejowego lub*
 - *niedopuszczalnego ryzyka wzrostu kosztów inwestycji lub*
 - *niedopuszczalnego ryzyka wzrostu czasu realizacji inwestycji*
- Bezpieczeństwo ruchu kolejowego - *(w odniesieniu do zagrożeń związanych ze zmianami w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym) brak niedopuszczalnego ryzyka szkody w ruchu kolejowym podczas realizacji inwestycji, lub w wyniku realizacji inwestycji, które może powodować zagrożenie*
 - *przejazdem poza udostępniony odcinek toru, lub*
 - *jazdą z prędkością wyższą niż dozwolona lub*
 - *zmianą ustawienia drogi przebiegu pod pociągiem, potencjalnie prowadzące do wypadku kolejowego.*
- Czynniki ryzyka - *to zjawiska, czynniki, które mogą wystąpić z wysokim prawdopodobieństwem i będą oddziaływać na poziom bezpieczeństwa i opłacalności przedsięwzięcia inwestycyjnego (zgodnie z ogólną teorią inżynierii bezpieczeństwa)*
 - *twory (np. fizyczne, chemiczne, biologiczne, psychofizyczne, organizacyjne, osobowe), których obecność we wskazanym obszarze analiz, stan, właściwości itp. są powodem (źródłem) sformułowania zagrożenia [16]*
- Dopuszczenie do eksploatacji - czynności faktyczne i prawne konieczne do przekazania podsystemu lub pojazdu kolejowego do użytkowania zgodnie z jego

	przeznaczeniem [124]
Dowód bezpieczeństwa	- zestaw dokumentów wykazujący, że wyrób jest zgodny z określonymi wymaganiami bezpieczeństwa [112]
Inwestycja	- wykorzystanie środków finansowych w celu nabycia składników majątkowych, finansowych środków majątkowych oraz niematerialnych wartości aktywów trwałych. To także aktywa nabywane w celu uzyskania korzyści ekonomicznych, które są efektem przyrostu z ich wartości, uzyskania odsetek, dywidend lub innych źródeł w tym także z transakcji handlowych. Inwestycje to zaangażowanie finansowe w dane przedsięwzięcie w celu uzyskania korzyści polegające przede wszystkim na przeznaczeniu zasobów finansowych, by w przyszłości osiągnąć określony zysk [56]
Interfejsy	- wszystkie punkty interakcji podczas cyklu życia systemu lub podsystemu, w tym utrzymanie i eksploatację, w ramach których różne podmioty branży kolejowej współpracują ze sobą, aby zarządzać ryzykiem [123]
Interoperacyjność	- zdolność systemu kolei do zapewnienia bezpiecznego i nieprzerwanego ruchu pociągów o charakterystykach odpowiednich dla danych linii kolejowych, zależna od wszystkich warunków technicznych, prawnych i eksploatacyjnych, których zachowanie zapewnia dotrzymanie zasadniczych wymagań [94]
Identyfikacja zagrożeń	- proces wykrywania zagrożeń oraz sporządzania ich wykazu i opisu [123]
Jednostka notyfikowana	- oznaczają organy odpowiedzialne za ocenę zgodności lub przydatności do stosowania składników interoperacyjności oraz za prowadzenie procedur weryfikacji WE podsystemów [94]
Karty kontrolne	- jest podstawowym i najstarszym narzędziem statystycznego sterowania procesami [80]
Kodeks postępowania	- spisany zbiór zasad, które mogą być wykorzystywane do nadzorowania określonego zagrożenia lub określonych zagrożeń, pod warunkiem ich prawidłowego stosowania [123]
Kryteria akceptacji ryzyka	- oznaczają kryteria, na podstawie, których oceniana jest dopuszczalność danego ryzyka; kryteria te stosuje się, aby ustalić, czy poziom ryzyka jest na tyle niski, że nie jest konieczne podejmowanie natychmiastowych działań w celu jego zredukowania [94]
Metody ilościowe	- metody badawcze, w których określa się parametry liczbowe (w odpowiednich jednostkach), charakteryzujących badane zjawisko lub obiekt badań. Niekiedy badania metodami ilościowymi poprzedzane są przez badania metodami jakościowymi [57]
Miara ryzyka	- wynik przyjętego modelu ryzyka wskazujący na właściwości lub cechy systemu bezpieczeństwa, które można zmierzyć lub

	odwzorować w poziomach ryzyka [35]
Monitorowanie bezpieczeństwa	- planowe stosowanie strategii, priorytetów, i planów zarządczych przez tych samych zarządców i przewoźników w celu utrzymania bezpieczeństwa
Ocena ryzyka	- oznacza całościowy proces obejmujący analizę ryzyka i wycenę ryzyka [123]
Podmiot zamawiający	- oznacza każdy podmiot publiczny lub prywatny, który zamawia zaprojektowanie lub budowę, lub odnowienie, lub modernizację podsystemu. Podmiot ten może być przedsiębiorstwem kolejowym, zarządcą infrastruktury kolejowej lub dysponentem, lub koncesjonariuszem odpowiedzialnym za realizację projektu [94]
Podsystem	- część systemu kolei o charakterze strukturalnym bądź funkcjonalnym, dla której ustalono odrębne zasadnicze wymagania dotyczące interoperacyjności systemu kolei [94]
Poziom ryzyka	- <i>określenie istotności ryzyka zdefiniowane przez jego właściwości: wpływ i prawdopodobieństwo. Poziom ryzyka pozwala określić, czy dane ryzyko jest akceptowalne czy też nie.</i>
Proces inwestycyjny	- <i>proces tworzenia nowych obiektów kolejowych lub modernizacja istniejących, od początkowych faz projektowania aż do całkowitego zakończenia realizacji. Proces inwestycyjny zwykle zaczyna się od pomysłu inwestycyjnego, koncepcji.</i>
Rejestr zagrożeń	- oznacza dokument, w którym rejestruje się i opatruje odniesieniami zidentyfikowane zagrożenia, związane z nimi środki i źródło zagrożeń oraz wskazuje organizację, która ma nimi zarządzać [123]
Ryzyko	- częstotliwość wypadków i incydentów prowadzących do szkody (spowodowanej zagrożeniem) oraz stopień powagi tej szkody [123] - <i>czynnik, który w przyszłości może skutkować negatywnymi konsekwencjami zagrażającymi życiu lub zdrowiu oraz może skutkować stratami finansowymi</i>
Ryzyko dopuszczalne	- jest to obszar ryzyka niewiele znaczącego lub szeroko akceptowanego bez konieczności podejmowania działań zmniejszających, można zaprzestać działań redukujących jego poziom, ale dalej powinna być prowadzona kontrola (monitorowanie) ryzyka [35]
Ryzyko tolerowane	- jest to obszar ryzyka znajdujący się pomiędzy ryzykiem niedopuszczalnym i dopuszczalnym, jest to średnie lub małe prawdopodobieństwo wystąpienia strat osobowych lub ekonomicznych, powodujące, że obiekt transportowy może funkcjonować pod pewnymi warunkami, a zostaną podjęte działania zmierzające do redukcji ryzyka lub usunięcia źródeł zagrożenia. Poziom ryzyka powinien być monitorowany [35]

Ryzyko niedopuszczalne	- jest to obszar ryzyka, przy którym pod żadnym względem nie powinno się dopuszczać do funkcjonowania systemu i żadne korzyści gospodarcze lub finansowe nie powinny tego usprawiedliwiać. Ryzyko niedopuszczalne to bardzo duże prawdopodobieństwo wystąpienia katastrofalnych strat osobowych lub ekonomicznych, powodujące, że obiekt transportowy nie może funkcjonować, dopóki ryzyko to nie zostanie zredukowane lub usunięte źródła zagrożeń [35]
Składniki interoperacyjności	- oznaczają wszelkie elementarne składniki, grupy części składowych, podzespoły lub pełne zespoły sprzętowe, włączone lub mające być włączone do podsystemu, od których bezpośrednio lub pośrednio zależy system kolei. Pojęcie „składnik” obejmuje zarówno przedmioty materialne, jak i niematerialne, takie jak oprogramowanie [94]
System	- każdy element systemu kolejowego, który jest zmieniany, przy czym zmiany takie mogą mieć charakter techniczny, eksploatacyjny lub organizacyjny [123]
System sterowania ruchem kolejowym (system srk)	- zbiór urządzeń technicznych oraz innych zasobów materialnych i abstrakcyjnych, tworzących infrastrukturę systemu sterowania ruchem kolejowym i zorganizowanych w celu sprawnego i bezpiecznego przemieszczania się pojazdów po drodze kolejowej [87]
Szacowanie ryzyka	- proces prowadzący do uzyskania pomiaru poziomu analizowanego ryzyka, na który składają się następujące etapy: analiza częstotliwości, analiza skutków i połączenie tych dwóch typów analiz [123]
Urządzenie systemu srk (urządzenie srk)	- urządzenie techniczne infrastruktury systemu sterowania ruchem kolejowym należące do urządzeń zabezpieczenia ruchu kolejowego lub do urządzeń automatyzacji prowadzenia pojazdów kolejowych. W rozprawie urządzenie systemu srk nazywane będzie urządzeniem
Wycena ryzyka	- oznacza procedurę opierającą się na analizie ryzyka, która ma na celu ustalenie, czy osiągnięto poziom dopuszczalnego ryzyka [123]
Wykonawca	- <i>oznacza osobę fizyczną lub prawną, której oferta została zatwierdzona przez Zamawiającego, a także następców uzyskujących prawo do tego tytułu i która realizuje zadania opisane w dokumentacji przetargowej</i>
Zagrożenie	- stan, który może prowadzić do wypadku [123]; - hipotetyczny stan obszaru analiz prowadzący do zdarzeń niepożądanych [16].
Zamawiający	- oznacza osobę fizyczną lub prawną, której nazwisko lub nazwa są wymienione w umowie oraz jej prawnych następców [85]

- Zarządca infrastruktury - podmiot odpowiedzialny za zarządzanie infrastrukturą kolejową albo, w przypadku budowy nowej infrastruktury, podmiot, który przystąpił do jej budowy w charakterze inwestora; zadania zarządcy infrastruktury mogą wykonywać różne podmioty [124]
- Zarządzanie ryzykiem - planowe stosowanie polityki, procedur i praktyk zarządczych w ramach zadań dotyczących analizy, wyceny i nadzoru ryzyka [123]
- Zasady akceptacji ryzyka - zasady, które są stosowane w celu wyciągnięcia wniosku o dopuszczalności lub niedopuszczalności ryzyka związanego z określonym zagrożeniem lub określonymi zagrożeniami [35]

Skróty zastosowane w pracy

- AsBo - (ang. „Assessment Body”) Jednostka Oceniająca – niezależna i kompetentna wewnętrzna lub zewnętrzna osoba, organizacja lub podmiot, które przeprowadzają badanie w celu ocenienia, na podstawie dowodów, zdolności systemu do spełnienia wymogów bezpieczeństwa, które się do niego stosują
- CSM - (ang. „CSM – Common Safety Methods”) – oznaczają metody, które powinny być opracowane w celu opisanie sposobów oceny: poziomu bezpieczeństwa, spełniania wymagań bezpieczeństwa oraz zgodności z innymi wymaganiami dotyczącymi bezpieczeństwa
- CSM-RA - (ang. „CSM – Common Safety Methods for Risk Evaluation and Assessment”) wspólne metody bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka
- CENELEC - (fr. Comité Européen de Normalisation Electrotechnique) Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki
- DeBo - (z ang. „Designated Body”) Jednostka Upoważniona lub Podmiot Wyznaczony – jednostka upoważniona przez ministra właściwego ze względu na przedmiot oceny zgodności do wykonywania zadań dotyczących oceny zgodności
- ERTMS - (ang. European Rail Traffic Management System) Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym
- FIDIC - (fr. Fédération Internationale Des Ingénieurs-Conseils) Międzynarodowa Federacja Inżynierów Konsultantów, która opracowała zbiór procedur i warunków opisujących przebieg inwestycji budowlanych opartych na wzajemnych obowiązkach i relacjach Zamawiającego, jako Inwestora i Wykonawcy, jako realizującego budowę oraz Inżyniera Kontraktu.
- LCS - Lokalne Centrum Sterowania
- NoBo - (ang. „Notified Body”) jednostka notyfikowana, zgłoszona Komisji Europejskiej i państwom członkowskim Unii Europejskiej
- OPZ - Opis Przedmiotu Zamówienia. Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia, który Zamawiający zamierza zlecić Wykonawcy. OPZ najczęściej zawiera również informacje dotyczące kar umownych, regulacji prawnych, terminów i sposobów wykonania
- SIL - (ang. Safety Integrity Level) poziom nienaruszalności bezpieczeństwa, określany na podstawie współczynnika THR
- SIWZ - Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia, podstawowy dokument podczas postępowania o udzielenie zamówienia publicznego. Zawiera przede wszystkim warunki jakie powinien spełnić wykonawca, wykaz elementów jakie powinny znaleźć się w

	ofercie oraz podstawowe dane dotyczące zamówienia
SMS	- (ang. „SMS – Safety Management System”) – oznacza organizację i środki przyjęte przez zarządcę infrastruktury lub przedsiębiorstwo kolejowe w celu zapewnienia bezpiecznego zarządzania jego działaniem
SRAC	(ang. Safety Related Application Conditions) warunki zastosowania związane z bezpieczeństwem [112]
SRK	- Sterowanie Ruchem Kolejowym
TFFR	(ang. Functional Failure Rate) tolerowana intensywność uszkodzeń funkcjonalnych [112]
THR	- (ang. Tolerable Hazard Rate), tolerowana intensywność zagrożeń
TSI	- (ang. Technical Specification for Interoperability) oznaczają specyfikacje przyjęte zgodnie z niniejszą dyrektywą, obejmujące każdy z podsystemów lub część podsystemu celem spełnienia zasadniczych wymagań oraz zapewnienia interoperacyjności systemu kolei [6]
UTK	- Urząd Transportu Kolejowego, Prezes Urzędu Transportu Kolejowego pełni rolę regulatora rynku kolejowego, krajowej władzy bezpieczeństwa oraz organu nadzorującego przestrzeganie praw pasażerów [124]
VBA	- (ang. Visual Basic for Applications) Język programowania oparty na Visual Basic

1. Wstęp

1.1. Wprowadzenie, zdefiniowanie obszaru badawczego

Właściwe funkcjonowanie gospodarki wymaga sprawnego systemu transportowego, obejmującego infrastrukturę i środki transportu komplementarnych, co najmniej dwóch, rodzajów transportu – transportu drogowego i transportu kolejowego. W tym kontekście fakt realizowania obecnie w Polsce wielu inwestycji w infrastrukturze kolejowej należy ocenić bardzo pozytywnie. Są to jednakże inwestycje trudne zarówno ze względów technicznych jak i ze względów formalnych. W wymiarze technicznym obejmują one trzy duże obszary często realizowane w pewnej mierze niezależnie:

- droga kolejowa (tory kolejowe i podtorze) wraz z obiektami inżynieryjnymi (obiekty np. mosty, nasypy, przekopy),
- zasilanie trakcyjne (systemy zasilania sieci trakcyjnych oraz sieci trakcyjne),
- systemy sterowania ruchem kolejowym (w tym nastawnice i systemy kontroli jazdy) oraz systemy łączności eksploatacyjnej, a także wspomagające systemy teletechniczne.

Powyższe obszary zgodnie z wymaganiami europejskimi [94] są określone jako podsystemy strukturalne, które tworzą część infrastrukturalną systemu kolei.

W wymiarze formalnym przedmiotowe inwestycje realizowane są jednocześnie w rygorach prawa budowlanego oraz w zgodzie z wymaganiami Ustawy o transporcie kolejowym, wskutek czego ich zakończenie wymaga zarówno uzyskania budowlanych pozwoleń na użytkowanie jak i kolejowych zezwoleń na przekazanie do eksploatacji. Inwestycje kolejowe są skomplikowane i wieloetapowe. Zgodnie z wymaganiami prawa krajowego oraz europejskiego proces inwestycyjny wymaga spełnienia wielu wymagań, w celu osiągnięcia wymaganego poziomu bezpieczeństwa ruchu. Stąd też procesy inwestycyjne wiążą się z różnymi ryzykami.

Każda inwestycja posiada własne wielorakie uwarunkowania techniczne i eksploatacyjne, które powinny być uwzględniane na możliwie wczesnym etapie realizacji. Nie jest, więc możliwe opracowanie jednego uniwersalnego, szczegółowo zdefiniowanego na poziomie aplikacyjnym systemu sterowania ruchem kolejowym. Każde wdrożenie jest przygotowywane pod wieloma względami „na miarę”, dla konkretnej pojedynczej lokalizacji. Z tego względu za właściwe uznać należy opracowanie rozwiązania, względnie rozwiązań, opartych na

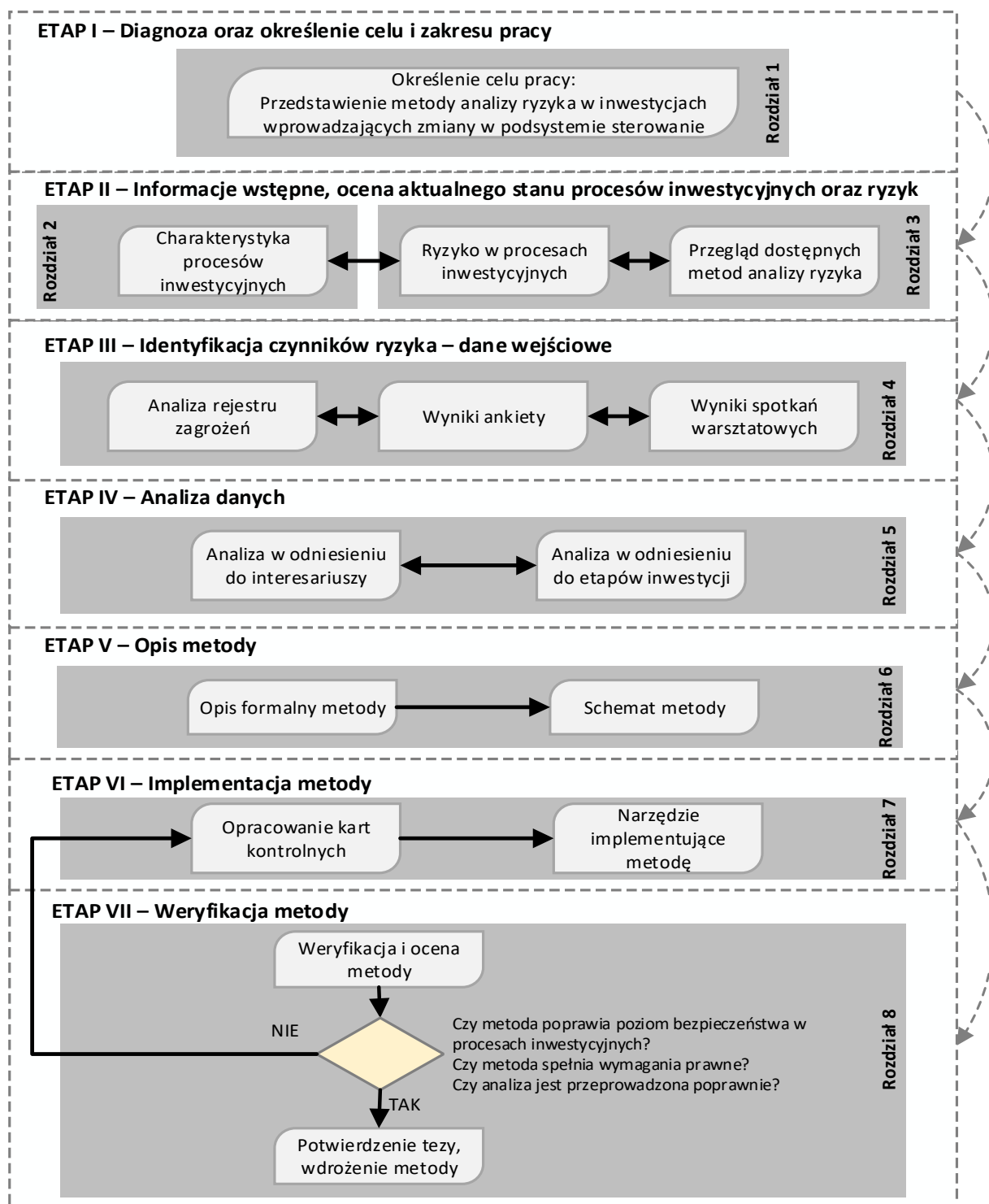
zarządzaniu ryzykiem w inwestycjach wprowadzających zmiany w sterowaniu ruchem kolejowym.

Oczywiście inwestycje te muszą być przeprowadzane zgodnie z wytycznymi prawa europejskiego, przepisami krajowymi, ustawami oraz normami technicznymi. Jednak pomimo tego, że wszystkie podmioty procesu inwestycyjnego przestrzegają przepisów prawnych, często dochodzi do opóźnień, a także ponoszenia nadmiernych kosztów realizacji zarówno prac projektowych, jak i wykonawczych. Powodem często jest niedostrzeżenie, a niekiedy ignorowanie pewnych ryzyk inwestycyjnych związanych z otoczeniem, które oddziałuje na proces inwestycyjny.

Na system kolei składają się między innymi różne podsystemy strukturalne. Podsystemy te są z reguły objęte procesami inwestycyjnymi, natomiast jednym z najpoważniejszych wyzwań w realizacji inwestycji kolejowych są systemy sterowania ruchem kolejowym, czyli tzw. podsystem sterowanie. Muszą one być zgodne z układami torowymi, ale także dostosowane do przyszłych potrzeb eksploatacyjnych z punktu widzenia możliwości jednoczesnej realizacji różnych przebiegów pociągowych. Muszą być zabezpieczone przed zakłóceniami w tym przed zakłóceniami od prądów trakcyjnych. Wymagają własnego zasilania oraz w istotny sposób wpływają na instalacje teletechniczne chociażby ze względu na liczne kolizje kablowe.

Z tych właśnie względów przygotowanie i realizacja prac inwestycyjnych w zakresie sterowania ruchem kolejowym są domeną wyspecjalizowanych nielicznych podmiotów gospodarczych. Podmioty takie w wielu przypadkach muszą współpracować z wykonawcami budowlanymi posiadającymi ograniczoną wiedzę z zakresu sterowania ruchem kolejowym, a niekiedy wręcz specjalistami przychodzącymi z rynku drogowego lub nawet developerskiego oraz firmami budującymi instalacje teletechniczne, które nigdy wcześniej nie miały do czynienia z transportem kolejowym. Jednocześnie wzrost ilości inwestycji wymaga budowania nowych zespołów wprost zajmujących się systemami sterowania ruchem kolejowym. Dla zapewnienia istotnego wsparcia istniejących i nowych zespołów projektujących i realizujących systemy sterowania ruchem kolejowym należałoby opracować rozwiązania wspierające wprowadzanie w ramach inwestycji zmian w sterowaniu ruchem kolejowym.

Schemat pracy został przedstawiony na rysunku nr 1.



Rysunek 1. Schemat struktury rozprawy oraz metody badawczej

Źródło: opracowanie własne

Od kilku lat, ze względu na wymogi prawa europejskiego, wymaga się stosowania analizy ryzyka [95] do zmian w systemie kolejowym. Zakłada się, że powinno zwiększyć to świadomość uczestników procesu inwestycyjnego, a tym samym zmniejszyć poziom ryzyka.

Prowadzone procesy ograniczają się jednakże do bezpieczeństwa ruchu kolejowego nie uwzględniając innych ryzyk typowych dla procesów inwestycyjnych. Z tego względu w pracy rozróżniono bezpieczeństwo ruchu i bezpieczeństwo inwestycji. Pomimo tego, że wymaga się realizacji analizy ryzyka to nigdzie nie ma informacji, jakich metod analizy użyć, aby przeprowadzona analiza była dokładna i obejmowała specyfikę danej branży. Jest szereg metod, które mogą być stosowane [12], [96] oraz kilka, do których sięga się wyraźnie częściej, jak analiza FMEA, czy analiza drzewa uszkodzeń [40], [110]. Nie mniej jednak analizy te nie obejmują specyfiki branży kolejowej, tym bardziej, jeżeli chodzi o systemy i urządzenia sterowania ruchem kolejowym. Ponadto stosowane powszechnie metody analizy ryzyka nie są dedykowane do analizy ryzyka w procesach inwestycyjnych i nie uwzględniają specyfiki branży sterowania ruchem kolejowym. Dlatego też dla potrzeb pracy wybrano obszar badawczy obejmujący analizy ryzyka w procesach inwestycyjnych wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym.

1.2. Stan zagadnienia

Analiza źródeł bibliograficznych przeprowadzona w celu sprawdzenia aktualnego stanu wiedzy i badań w zakresie zgodnym z tematyką pracy objęła opracowania dotyczące:

- analizy ryzyka w procesach inwestycyjnych;
- metod analizy ryzyka;
- bezpieczeństwa projektowania i zabudowy systemów sterowania ruchem kolejowym;
- ryzyka i zagrożeń w kolejowych procesach inwestycyjnych obejmujących podsystem sterowanie.

Poniżej przedstawiona została analiza źródeł bibliograficznych z podziałem na główne obszary tematyczne.

Analiza ryzyka w procesach inwestycyjnych

Tematyka realizacji inwestycji jest dosyć szeroko opisana w dostępnej literaturze oraz w dokumentach prawnych. W literaturze istnieje wiele publikacji dotyczących ryzyka. Publikacje te odnoszą się do różnych zagadnień związanych z ryzykiem [2], [5], [8], [16], [26], [35], [43], [47], [52], [56], [73], [83]. Większość dostępnej literatury poświęcona jest głównie ryzykom inwestycyjnym związanym z finansowaniem inwestycji [28], [33], [48], [49], [60], [72],[85].

Do głównych dokumentów, które precyzują wymagania prawne w procesach inwestycyjnych w transporcie kolejowym należą między innymi Ustawa o Transporcie Kolejowym [124] oraz Ustawa – Prawo budowlane [125]. Ponadto w procesach inwestycyjnych przestrzegane są warunki kontraktowe FIDIC [101], [102] oraz zastosowanie ma Ustawa – Prawo zamówień publicznych [126], jak i Kodeks postępowania administracyjnego [127]. Istotnymi dokumentami w procesie inwestycyjnym są również wymagania i procedury związane z procesem inwestycyjnym np. procedura dotycząca wytycznych budowania, modernizacji i rewitalizacji linii kolejowych [100], [115] lub procedura dotycząca współpracy zamawiającego z wykonawcami [116]. W procesach inwestycyjnych istotne są również wymagania, procedury i instrukcje zamawiającego. Z punktu widzenia bezpieczeństwa istotne są procedury SMS (Safety Management Systems) zamawiającego, czyli głównie PKP PLK S.A. [117].

Procesy inwestycyjne mogą być różnorodne w zależności od tego, czego dotyczą i jaki jest zakres realizowanych prac. Natomiast każdy proces inwestycyjny wiąże się z ryzykami inwestycyjnymi, które zostały opisane między innymi w publikacjach [47], [56], [57].

Publikacja [56] traktuje o ryzyku inwestycyjnym, nie mniej jednak przedstawione w publikacji ryzyka dotyczą ogólnie przedstawionych zagadnień związanych z inwestycjami, bez wyszczególnienia ryzyk związanych z transportem kolejowych, a tym bardziej z systemami sterowania ruchem kolejowym. W publikacji [56] ryzyko analizuje się, jako zagrożenie nieosiągnięcia zamierzonego zysku, czyli podejście do ryzyka jest czysto ekonomiczne. Podobne podejście do ryzyka przedstawione jest w publikacjach [5], [21], [33], [57] oraz [85].

Metody analizy ryzyka

W literaturze można znaleźć wiele pozycji, które mówią o wielu metodach analizy ryzyka stosowanych w różnych branżach [35], [39], [89]. W publikacji [89] autorzy skupili się na jakościowym oraz ilościowym szacowaniu ryzyka na podstawie zdarzeń w lotnictwie. W publikacjach [60], [86], [88] autorzy porównują kilka metod analizy ryzyka stosowanych w inwestycjach. Natomiast analiza ta obejmuje głównie obszar ekonomiczny inwestycji.

Inne podejście do analizy ryzyk przedstawia publikacja [81], która przedstawia analizę ryzyka dla operacji kolejowych przewozów towarowych. Na podstawie zebranych danych dotyczących występowania zdarzeń niepożądanych na liniach kolejowych i bocznicach PKP, autorzy zaproponowali pewne podejście do oszacowania potencjalnego poziomu ryzyka dla różnych zakresów opóźnień.

W obszarze transportu kolejowego o metodach analizy ryzyka mówią dokumenty prawne takie jak rozporządzenie 402/2013 [123] oraz dyrektywa 2016/798 [95]. Znaleźć można także publikacje, które mówią o metodach analizy ryzyka w transporcie kolejowym, są to publikacje [15], [27], [30], [52], [83]. W publikacji [15] przedstawiona została podstawowa metoda analizy ryzyka – FMEA. Metoda analizy FMEA jest najczęściej stosowaną metodą analizy ryzyka, informacje na temat stosowania tej metody znajdują się również w następujących publikacjach [22], [50], [75], [82]. Metoda FMEA jest powszechnie stosowana, ponieważ jest stosunkowo łatwa, natomiast ma też swoje wady, o których mówi publikacja [99]. Metody analizy ryzyka, które przedstawione są w powyżej wspomnianych publikacjach często stosowane są w transporcie kolejowym, natomiast nie uwzględniają one specyfiki sterowania ruchem kolejowym.

Bezpieczeństwo projektowania i zabudowy systemów sterowania ruchem kolejowym

Wymagania dla bezpieczeństwa systemów sterowania ruchem kolejowym (srk) określone zostały w sposób ogólny w dyrektywie 2016/798 [95] oraz w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności (TSI), zaś w sposób szczegółowy w Rozporządzeniu Komisji nr 402/2013 [123], zmienionym Rozporządzeniem 2015/1136 [120] oraz normach CENELEC [110], [111], [112]. Zgodnie z dyrektywą [95] na poziomie Unii Europejskiej zostały wprowadzone wspólne cele, wymagania i wskaźniki bezpieczeństwa w powiązaniu z wymaganiami zawartymi w TSI. W rozważaniach dotyczących bezpieczeństwa, powszechnie używane są pojęcia zagrożenia i ryzyka. Pojęcia te niesłusznie niejednokrotnie stosowane są zamiennie, podczas gdy ich znaczenie w odniesieniu do nauki o bezpieczeństwie jest różne. Pod pojęciem zagrożenia, rozumieć należy sytuację lub działanie, które może prowadzić do wypadku. Natomiast ryzyko zgodnie z definicją zawartą w dyrektywie 2016/798 [95] oznacza częstotliwość wypadków i incydentów prowadzących do szkody (spowodowanej zagrożeniem) oraz stopień powagi tej szkody. Bezpieczeństwo możemy wyrażać poprzez pojęcie ryzyka. Jest to stan braku nieakceptowalnego ryzyka zmaterializowania się zagrożenia [24]. Rozporządzenie 402/2013 [123] opisuje wspólną metodę oceny bezpieczeństwa (CSM-RA) w zakresie analizy i wyceny ryzyka oraz proces oceny bezpieczeństwa w odniesieniu do oceny znaczenia zmiany. Jednym z nielicznych dokumentów przedstawiającym opis zastosowania CSM-RA w transporcie kolejowym jest publikacja [20] w której przedstawione zostały wyniki analizy porównawczej dostępnych materiałów źródłowych pod kątem określenia sposobu i poziomu wdrożenia unijnych zasad zarządzania ryzykiem związanych z wprowadzonymi zmianami. Kolejnym dokumentem, który przedstawia podejście do CSM-

RA jest przewodnik wydany przez Europejską Agencję Kolejową [13] oraz ekspertyza udostępniona przez Urząd Transportu Kolejowego [96] również w formie przewodnika. W przewodnikach zostały zdefiniowane podstawowe pojęcia związane z ryzykiem oraz podejście do oceny znaczenia zmiany. Wspólna metoda oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka opisana zgodnie z rozporządzeniem [123], wyróżnia identyfikację czynników ryzyka, analizę ryzyka oraz wycenę ryzyka, czyli odpowiednio:

- identyfikacja zagrożeń, które mogą powodować powstanie ewentualnego ryzyka;
- analiza wszystkich dostępnych informacji do identyfikowania czynników ryzyka i szacowania ryzyka;
- działania opierające się na analizie ryzyka, które mają na celu ustalenie, czy osiągnięto poziom dopuszczalnego ryzyka.

Tak zdefiniowane ogólne podejście, obejmujące te trzy obszary, nie może być w pełnym zakresie zrealizowane w przypadku, gdy przedmiot analizy nie jest w pełni określony.

W zakresie bezpieczeństwa systemów srk, istotne są również wymagania norm: PN-EN 50126-1:2018-02 [110], PN-EN 50126-2:2018-02 [111] i PN-EN 50129:2019-01 [112], które wskazane są w TSI [118] jako normy obowiązkowego stosowania. Normy te nakładają wręcz obowiązek przeprowadzania analizy ryzyka, która w odniesieniu do projektowania, produkcji i eksploatacji urządzeń srk jest niezwykle istotnym elementem. Normy wskazują metody identyfikacji zagrożeń, analizy skutków i prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia oraz proponują metody oceny ryzyka. Jednakże metody oceny ryzyka głównie dedykowane są i stosowane do oceny bezpieczeństwa pojedynczych wyrobów. O metodach analizy ryzyka w transporcie kolejowym pisze między innymi B. Leitner, który w publikacji [42] przedstawia model oceny ryzyka na podstawie scenariuszy wypadków kolejowych. Natomiast publikacje [3], [53] opisują wykorzystanie metod analizy ryzyka takich jak FMEA, FTA. Jeszcze inne podejście do analizy ryzyka opisane zostało w dokumencie [1], w którym zaproponowany został inteligentny system oceny ryzyka w odniesieniu do bezpieczeństwa kolei przy zastosowaniu zbiorów rozmytych. Normy CENELEC opierają podejście do bezpieczeństwa na procesie systematycznego zarządzania bezpieczeństwem oraz na tworzeniu tzw. dowodu bezpieczeństwa, co jest związane z określaniem Poziomu Integralności Bezpieczeństwa (SIL) na podstawie wyliczonego wskaźnika THR (ang. Tolerable Hazard Rate) [41], który dedykowany jest dla elementów elektronicznych i oprogramowania. Z kolei norma EN 50126:2018-02 [110] definiuje głównie wymagania dotyczące RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety) czyli niezawodności, dostępności podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa oraz ich wzajemnych relacji.

Podejście do oceny analizy RAMS zostało dodatkowo przedstawione w publikacjach [23], [31], [41], [54], [58]. Publikacje obejmujące zagadnienia RAMS również nie definiują CSM-RA oraz nie definiują metody do oceny stanu bezpieczeństwa podsystemu sterowanie.

Kolejną istotną publikacją dot. bezpieczeństwa systemów sterowania ruchem jest publikacja [77], w której autorzy przedstawiają głównie zagadnienia związane z opracowaniem dowodu bezpieczeństwa, co jest niezbędne w celu wykazania, że dany system spełnia wymagania bezpieczeństwa. O ważnej roli dowodu bezpieczeństwa w procesach dopuszczenia pisze autorka artykułu [18]. Natomiast o bezpieczeństwie oraz wyzwaniach podczas przekazywania do eksploatacji urządzeń srk mówi również publikacja [63]. Dodatkowo w publikacjach rzadko poruszany jest temat wpływu nowych technologii na bezpieczeństwo systemów srk, temat ten przedstawił A. Lewiński w publikacji [44].

Ryzyka i zagrożenia w kolejowych procesach inwestycyjnych obejmujących podsystem sterowanie

Istotnym zbiorem wiedzy na temat ryzyka w branży kolejowej są regulacje techniczno – prawne takie jak Rozporządzenie 402/2013 [123], które zostało zmienione rozporządzeniem [120] oraz dyrektywa w sprawie bezpieczeństwa kolei [92], która została zastąpiona dyrektywą 2016/798/UE [95]. Podobnie liczny zbiór publikacji także mówi o ryzyku w transporcie kolejowym [4], [6], [14], [27], [30], [31], [35], [42], [55], [59], [62], [64], [74], [78]. Do najistotniejszych pozycji z punktu widzenia pracy zaliczyć można następujące reprezentatywne publikacje: [14], [16], [25], [26], [35], [43], [55], [62], [64]. W publikacji [64] autorzy przedstawili metodę oceny ryzyka systemu kolejowego z wykorzystaniem analizy drzewa niezdatności w czasie. Ta metoda rozszerza tradycyjną analizę drzewa niezdatności o zdarzenia czasowe i charakterystyki uszkodzeń. Czasowe drzewa błędów (TFT) mogą określić, które awarie należy pilnie wyeliminować, a także mogą zapewnić, ile czasu pozostało przynajmniej na wyeliminowanie awarii źródłowej, aby zapobiec wypadkom.

W publikacji A. Gill [16] szczegółowo przedstawia trzy klasy warstwowych modeli systemów bezpieczeństwa w odniesieniu do transportu szynowego. W celu przedstawienia tych modeli autor definiuje pojęcia związane z ryzykiem jak i zagrożeniami w celu lepszego zrozumienia podstawowych pojęć oraz kategorii dotyczących systemów bezpieczeństwa. Ponadto posługując się przykładem zintegrowanej metody zarządzania ryzykiem zagrożeń w transporcie (Trans-Risk) [35] podano powiązanie zagadnień modelowania systemów bezpieczeństwa z klasycznym podejściem do zarządzania ryzykiem zagrożeń.

Istotnym dokumentem, który porządkuje podejście do ryzyka w transporcie jest książka pod redakcją R. Krystka [73]. W książce tej zostały opisane metody zarządzania

bezpieczeństwem w transporcie drogowym, lotniczym oraz kolejowym. Dodatkowo przedstawiona została propozycja integracji metod zarządzania ryzykiem w transporcie.

Stosunkowo niewiele jest publikacji dotyczących ryzyka w kolejowych procesach inwestycyjnych. Między innymi jest to publikacja [43], w której autor przedstawia ogólne ryzyka w procesach inwestycyjnych w odniesieniu do zasad realizacji inwestycji opisanych w FIDIC. W publikacji tej autor przedstawia konsekwencje zmaterializowania się ryzyk w procesie inwestycyjnym oraz prezentuje metody zarządzania ryzykiem. W publikacji [14] autor opisuje szereg aspektów wpływających na bezpieczeństwo w transporcie kolejowym. W dużym stopniu skupia się na błędach ludzkich oraz automatyzacji prowadzenia ruchu w transporcie kolejowym.

Natomiast autor publikacji [62] przedstawił kompleksowe podejście do oceny bezpieczeństwa i ochrony transportu kolejowego w odniesieniu do ogółu funkcji realizowanych przez wszelkie systemy techniczne, które wykorzystują gromadzenie, przetwarzanie i przesyłanie danych oraz mają wpływ na poziom zabezpieczeń kompletnego systemu transportu kolejowego. Dodatkowo autorzy publikacji [25] przedstawili ogólny mechanizm efektywnego zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym.

W celu przeprowadzenia analizy ryzyka należy najpierw precyzyjnie określić czynniki ryzyka, czyli tzw. źródła zagrożeń. Źródła zagrożeń mogą być tworami fizycznymi, chemicznymi, biologicznymi psychofizycznymi, organizacyjnymi, osobowymi. Ich obecność, stan lub atrybuty mogą być źródłem sformułowania zagrożenia [29].

Powyższa analiza bibliograficzna jak i analiza wspomnianych źródeł i publikacji potwierdza, że zagadnienie ryzyka inwestycyjnego obejmującego wdrożenie systemów srk nie było dotychczas rozwijane. Ponadto większość publikacji dotyczy oceny bezpieczeństwa, czy niezawodności pojedynczych systemów, natomiast brakuje metod analizy ryzyka, które obejmowałyby cały zakres i specyfikę inwestycji kolejowych obejmujących podsystem sterowanie. Z tego też względu podjęcie badań w tym zakresie wydaje się w pełni uzasadnione.

Przedstawiona analiza źródłowa wykazała, że możliwe jest zidentyfikowanie czynników ryzyka dla inwestycji wprowadzających zmiany w systemach sterowania ruchem kolejowym oraz opracowanie wytycznych do analiz ryzyka na różnych etapach realizacji inwestycji. Za podjęciem badań przemawia także fakt, że aktualnie w Polsce dynamicznie realizowanych jest szereg nowych inwestycji i inwestycji modernizacyjnych.

1.3. Sformułowanie problemu badawczego

Podczas analizy dostępnych źródeł bibliograficznych sformułowano następujący problem badawczy: Jak opracować metodę analizy ryzyka w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym, która:

- uwzględni specyfikę inwestycji branży kolejowej, w tym w szczególności wpływ różnych prac budowlanych na projektowanie i budowę systemów sterowania ruchem kolejowym,
- określi katalog typowych czynników ryzyka umożliwiający łatwą identyfikację czynników ryzyka dla indywidualnych inwestycji,
- wskaże wytyczne do analiz ryzyka na różnych etapach realizacji inwestycji,
- pozwoli na częste, kompleksowe i efektywne monitorowanie zidentyfikowanych czynników ryzyka oraz działań minimalizujących ryzyko, a także
- uwzględni uwarunkowania prawa unijnego i krajowego.

Osiągnięcie akceptowalnych wartości wskaźników opisujących wyżej wymienione aspekty będzie jednoznaczne z pozytywnym wynikiem weryfikacji i oceny zaproponowanej metody analizy ryzyka.

Problem badawczy ma charakter wieloaspektowy. Należy dążyć do opracowania metody, która posiada następujące cechy, niezależne od wyżej wymienionych:

- pomocna i praktyczna w użyciu;
- pozwala ocenić ryzyko na różnych etapach realizacji inwestycji;
- jest dedykowana dla różnych interesariuszy;
- zmniejsza ryzyko błędów;
- pozwala wykryć błędy na wczesnym etapie, co wpłynie na krótszy czas realizacji inwestycji;
- pozostaje otwarta na rozbudowę o nowe funkcje.

Należy podkreślić, że na poziom ryzyka wpływają również wnioski płynące z innych obszarów badań naukowych obejmujących min. niezawodność poszczególnych elementów infrastruktury, stosowanych technik pomiarowych. Natomiast badania te znajdują się poza obszarem niniejszej rozprawy.

1.4. Cel, teza i zakres pracy

Dla potrzeb realizacji pracy poniżej zdefiniowano tezę, cel oraz zakres pracy.

Teza rozprawy brzmi:

Metoda analizy ryzyka wykrywająca zagrożenia na wczesnym etapie realizacji inwestycji pozwala zwiększyć poziom bezpieczeństwa realizacji inwestycji wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym.

Cel rozprawy zdefiniowano następująco :

Opracowanie metody analizy ryzyka w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym, umożliwiającej zwiększenie poziomu bezpieczeństwa w realizowanych procesach inwestycyjnych oraz uwzględniającej wymagania prawne i specyfikę branży kolejowej.

Osiągnięcie celu rozprawy jest uwarunkowane realizacją następujących zadań:

- zebranie danych dotyczących zagrożeń w procesach inwestycyjnych obejmujących podsystem sterowanie oraz analiza zebranych danych;
- opracowanie narzędzia niezbędnego do analizy ryzyka w procesach inwestycyjnych obejmującego specyfikę branży sterowania ruchem kolejowym;
- weryfikacja możliwości zastosowania i przydatności narzędzia opracowanego w ramach rozprawy.

Zakres pracy:

Zakres pracy obejmuje identyfikację czynników ryzyka w inwestycjach obejmujących podsystem sterowanie. Na analizę ryzyka dla przedmiotowych inwestycji składają się etapy od koncepcji inwestycji aż do jej przekazania do eksploatacji. Zaproponowana metoda ma wspierać różnych interesariuszy zaangażowanych w inwestycje wprowadzające zmiany w systemach sterowania ruchem kolejowym poprzez opracowanie systemu eksperckiego wspierającego monitorowanie ryzyka przy realizacji inwestycji.

Przyjęto następujące ograniczenia zakresu pracy:

- metoda została opracowana dla czterech etapów realizacji inwestycji oraz dla czterech najistotniejszych interesariuszy;
- opracowane narzędzie ogranicza się do etapu projektowania inwestycji kolejowych, ponieważ z zebranych danych wynika, że na etapie projektowania jest najwięcej zagrożeń;

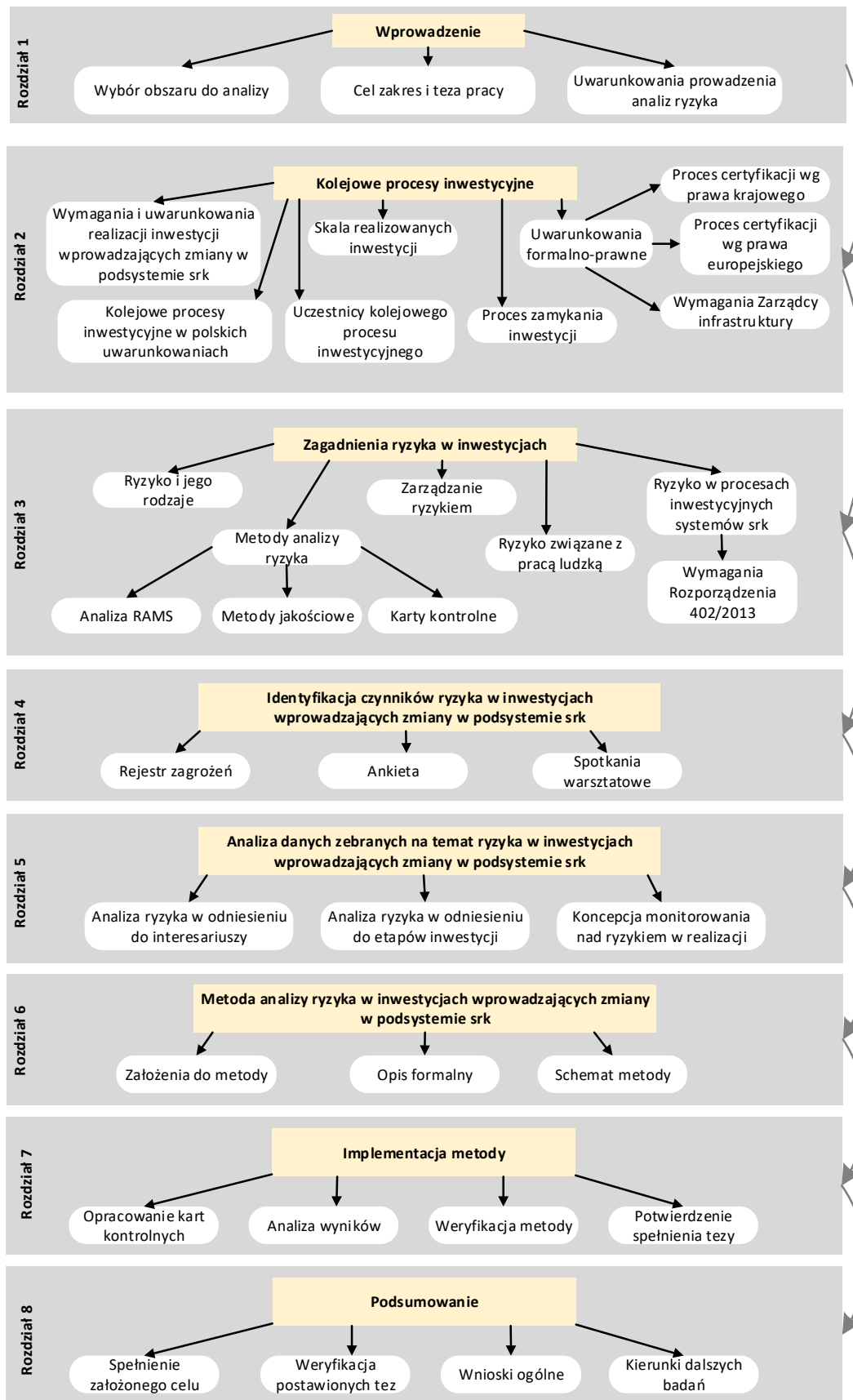
Natomiast przedstawioną metodę oraz zaproponowane narzędzie można w przyszłości rozbudować o nowe funkcje oraz etapy realizacji inwestycji.

W pracy przedstawione zostało własne i oryginalne podejście do analizy ryzyka w procesach inwestycyjnych obejmujących systemy sterowania ruchem kolejowym.

Szczegółowo w pracy przedstawione zostały:

- wyniki przeprowadzonych analiz i badań;
- własna metoda analizy ryzyka w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym, która zwiększa poziom bezpieczeństwa inwestycji;
- własny projekt narzędzia, w którym funkcje zostały zaprogramowane przy wykorzystaniu języka VBA;
- weryfikacja efektywności zastosowanych rozwiązań.

Schemat realizacji rozprawy przedstawiono na rysunku 2.



Rysunek 2. Schemat zakresu pracy.

Źródło: opracowanie własne

2. Kolejowe procesy inwestycyjne

2.1. Skala realizowanych inwestycji

Wszystkie projekty, modernizacje prowadzone na polskich liniach kolejowych są tzw. procesami inwestycyjnymi. Proces inwestycyjny jest to ogół czynności realizowanych przez inwestora i odpowiedni urząd, które mają na celu umożliwienie rozpoczęcia prac budowlanych zgodnie z wymogami prawa [48].

Obecnie w Polsce jest realizowanych wiele inwestycji kolejowych obejmujących między innymi instalację nowoczesnych systemów sterowania ruchem kolejowym (srk) [71]. Zagadnienia związane z obecnymi jak i przyszłościowymi systemami srk przedstawia publikacja [45].

Rozwój branży kolejowej powoduje pojawienie się nowych firm projektowych, jak i budowlanych na rynku. Obecnie realizowanych jest wiele procesów inwestycyjnych, które swoim zakresem obejmują również urządzenia i systemy sterowania ruchem kolejowym. Większość systemów mechanicznych i przekaźnikowych zastępowana jest nowymi urządzeniami komputerowymi, natomiast większe inwestycje kolejowe obejmują głównie wdrożenie interoperacyjnego systemu tzw. Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym (ERTMS). Dodatkowo zgodnie z Krajowym Planem Wdrożenia TSI Sterowanie [104] w najbliższych latach planowanych jest szereg dużych inwestycji, które będą obejmowały wdrożenie systemu ERTMS na polskich liniach kolejowych. System ERTMS obejmuje: Europejski System Sterowania Pociągami ETCS oraz Globalny System Kolejowej Radiokomunikacji Ruchomej GSM-R. System ERTMS jest stosunkowo nowym systemem, stąd też wciąż małe grono osób dobrze zna działanie i obsługę tego systemu, dodatkowo większość dostępnych źródeł opisujących działanie systemu jest w języku angielskim, co może utrudniać zapoznanie się z tymi dokumentami. Zagadnienia związane z wdrożeniem systemu ERTMS przedstawia między innymi publikacja [51].

Zgodnie z Krajowym Planem Wdrożenia TSI Sterowanie [104] do roku 2030 system ETCS ma zostać zabudowany na ok. 6549 km polskich linii kolejowych. Natomiast, jeżeli chodzi o system GSM-R to zakłada się, że do końca roku 2022 system ten zostanie wdrożony na ok. 15,2 tys. km linii kolejowych. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. realizują program inwestycyjny o łącznej wartości prawie 77 mld zł, który obejmuje ponad 230 projektów i modernizację 9000 km torów [65].

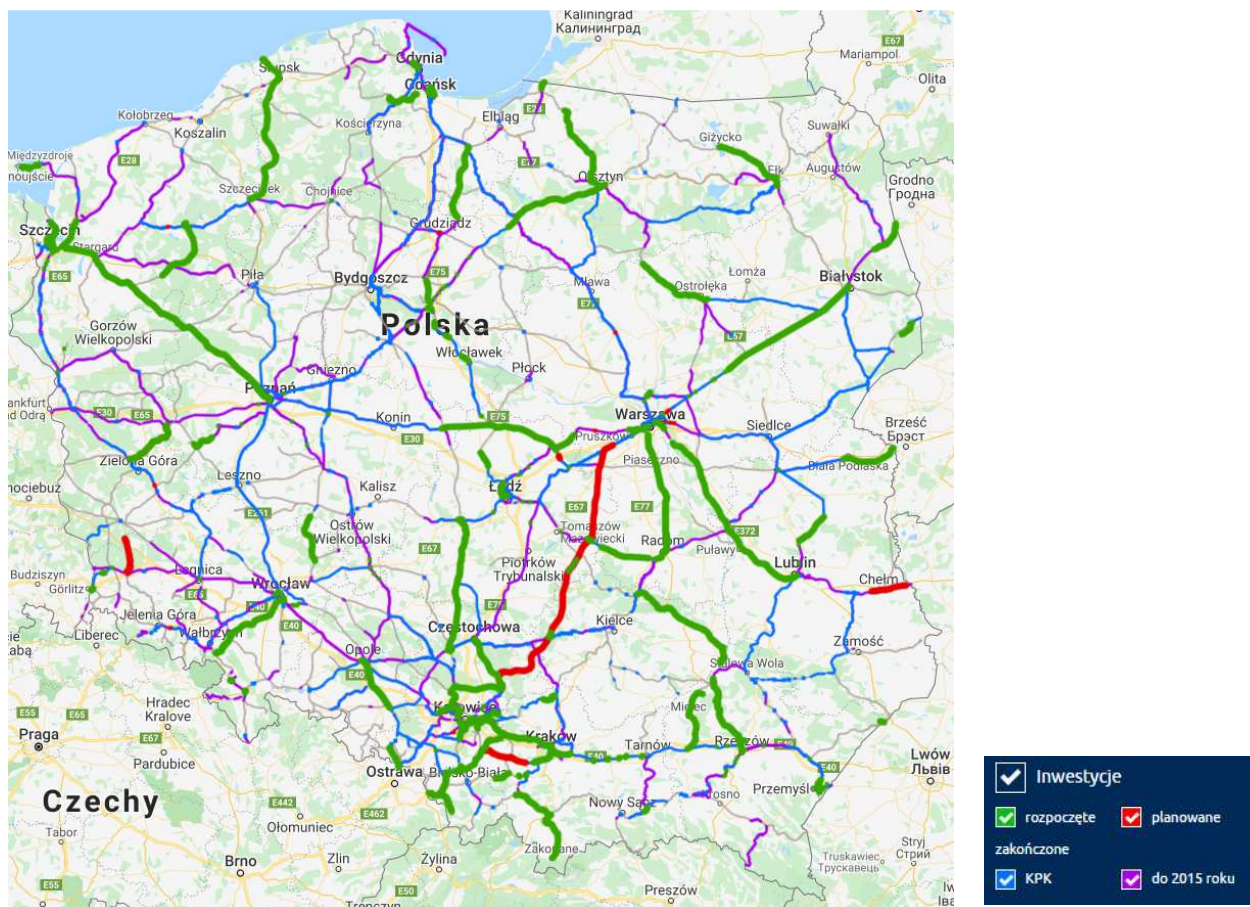
W Polsce niestety występuje wiele przyczyn opóźnień wdrożenia systemu ERTMS, są to między innymi:

- problem z finansowaniem;
- brak większego zainteresowania agend rządowych wdrożeniem ERTMS;
- mała liczba specjalistów, którzy mogliby lobbować za wdrożeniem ERTMS;
- długi okres rozstrzygnięcia przetargów;
- brak gotowej infrastruktury warstwy podstawowej urządzeń srk.

W ostatnich latach podstawą działalności inwestycyjnej PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. jest realizacja projektów finansowanych ze środków budżetu państwa, Regionalnych Programów Operacyjnych, Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko, Funduszu Kolejowego oraz środków własnych [69]. Aby projekt był współfinansowany z środków unijnych musi spełniać wymagania interoperacyjności, między innymi musi zawierać w planie zabudowę interpretacyjnego systemu ETCS. Instalacja systemu ETCS na liniach kolejowych w Polsce wymaga zainstalowania „modułu” ETCS na pokładach pojazdów trakcyjnych (pociągów) oraz wdrożenia w systemie naziemnym „formatu ETCS” umożliwiającego przesyłanie pociągom informacji pozwalających na stałe obliczanie maksymalnej dozwolonej prędkości. Niemożliwe jest wyposażenie w tym samym czasie, wszystkich pociągów w system ETCS, a jednocześnie cała sieć nie może natychmiast przejść ze starego systemu sygnalizacji na nowy, więc często nieuniknione jest równoczesne funkcjonowanie, co najmniej jednego starego systemu wraz z systemem ETCS na pokładzie pociągu lub w systemie naziemnym. Realizacja projektu modernizacji lub przedłużania danej linii, pociąga za sobą ruch na danej linii wielu pojazdów trakcyjnych. Ograniczenie dostępu do linii kolejowych pociągom wyposażonym w system ETCS jest często uznawane za ograniczające i ekonomicznie niedopuszczalne, dopóki liczba tych pociągów pozostaje niewielka. Ponadto, aby dotrzeć do odcinka, na którym linia jest przedłużana lub remontowana, pojazdy kolejowe muszą na razie być wyposażone w stary system.

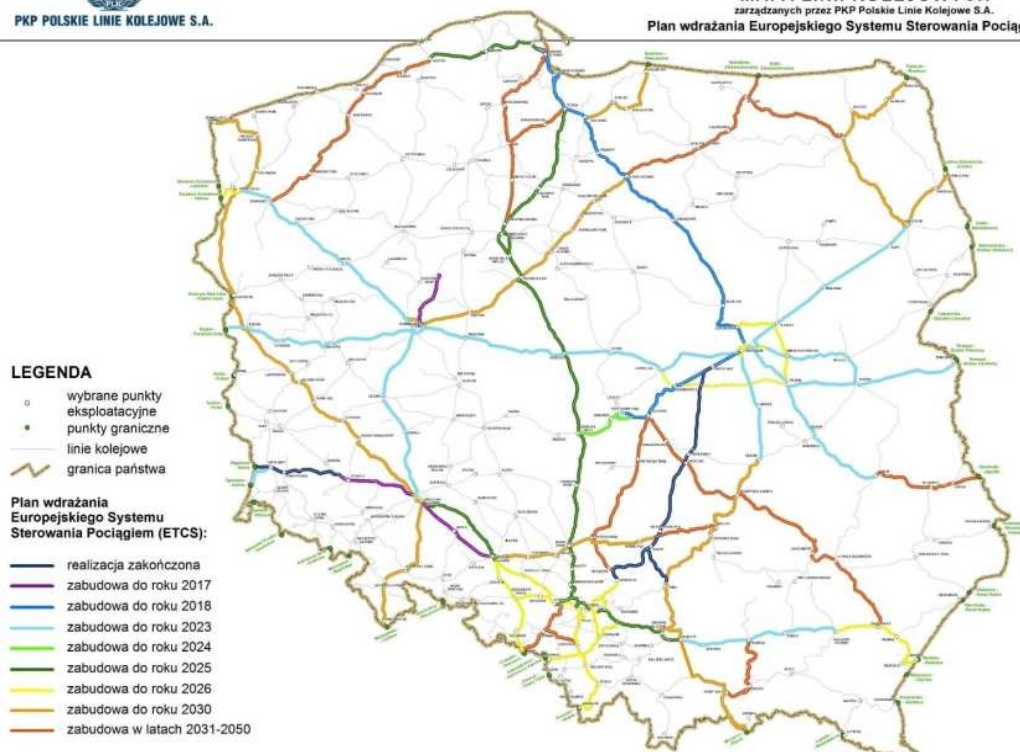
W związku z powyższym, w przypadku prac na istniejącej już linii wykorzystywanie systemu ETCS może okazać się niekorzystne, ponieważ w systemie torowym, w krótszym lub dłuższym okresie przejściowym, trzeba będzie jednak stosować i utrzymywać stary system sygnalizacji. Niemniej jednak, jeżeli wdrożenie nowego europejskiego systemu sygnalizacji nie zostanie przeprowadzone przy okazji budowy lub modernizacji linii, późniejsza instalacja nowej sygnalizacji i nowych systemów będzie znacznie trudniejsza, ponieważ będzie musiała zostać przeprowadzona na eksploatowanej linii, co pociągnie za sobą dodatkowe koszty.

Ponadto, jeżeli znaczna część sieci nie będzie wyposażona w ETCS, system ten może być postrzegany przez przedsiębiorstwa kolejowe, jako dodatkowy i zbędny system, ponieważ większość linii będzie nadal, w okresie przejściowym, wyposażona w jeden lub więcej tradycyjnych systemów, które od lat są znane i stosowane. Jednocześnie, jeżeli wdrożenie systemu ETCS nie będzie uwzględnione przy projektowaniu pojazdów trakcyjnych, późniejsza instalacja pokładowa tego systemu będzie o wiele bardziej kosztowna. Podstawa prawna, narzucająca instalację systemu ETCS w stosunku do nowych urządzeń sygnalizacyjnych linii i taboru sieci dużych prędkości oraz określająca odpowiednie zobowiązania odnośnie do priorytetowych projektów sieci konwencjonalnej, nie jest sama w sobie w stanie zapewnić, że za dziesięć do dwunastu lat powstanie prawdziwa sieć, po której jeździć będą pociągi wyposażone wyłącznie w system ETCS [46]. Na rysunku 3 przedstawiono mapy zrealizowanych inwestycji kolejowych oraz zaplanowanych inwestycji ujętych w Krajowym Programie Kolejowym. Natomiast na rysunku 4 przedstawiono mapę linii kolejowych, na których zabudowany został system ETCS oraz linii, które będą wyposażone w system ETCS do 2050 roku.



Rysunek 3. Mapa inwestycji ujętych w Krajowym Programie Kolejowym.

Źródło: [65]



Rysunek 4. Projekty ETCS w Polsce w perspektywie do 2050 roku

Źródło: [104].

Liczne opóźnienia w modernizacji linii kolejowych powodują straty pieniężne. Opóźnienia we wdrożeniu systemu ERTMS odnotowano już w 2013 roku, gdzie z zaplanowanych 800 km linii wyposażonych w system ERTMS zostało ok 308 km linii, co stanowiło 38,5% planu [36]. Do końca 2015 roku nie zakończono 73 projektów spośród 153 ujętych w [69]. Jeżeli w podobny sposób będą przebiegały kolejne modernizacje polskich linii kolejowych to niestety szybko nie ujednocimy linii pod względem zainstalowanego systemu ERTMS, a w najgorszym przypadku możliwe jest, że nie wykorzystamy środków unijnych i zaistnieje potrzeba zwrócenia otrzymanych środków. Według publikacji autorstwa A. Grzywak-Gawryś [68] do końca 2015 roku w ramach realizacji inwestycji objętych WPIK (Wieloletni Program Inwestycji Kolejowych) [46] kwota dodatkowych kosztów poniesionych na skutek błędów w dokumentacji, opóźnień w przekazaniu placu budowy, wydłużenia czasu realizacji inwestycji, zapłaty roszczeń podwykonawców oraz odsetek od nieterminowo dokonywanych płatności, wyniosła łącznie 79 597,1 tys. zł., a szacowany dalszy wzrost kosztów tych inwestycji wynosi wzrost o kwotę 367,821,1 tys. zł. [36].

Liczne opóźnienia w przygotowaniu realizacji zadań ujętych w WPIK [128] wystąpiły między innymi z powodu: przedłużających się postępowań przetargowych, opóźnień

w opracowaniu dokumentacji projektowej, długotrwałego uzyskiwania decyzji administracyjnych i sporządzania dokumentacji projektowej. W wyniku kontroli stwierdzono przypadki niedostatecznego nadzoru Inwestora nad działaniami Wykonawców, które doprowadziły do wydłużenia okresu przygotowania i realizacji inwestycji. Oprócz opóźnienia w ukończeniu inwestycji i uzyskaniu efektu rzeczowego, prowadziło to do wzajemnych roszczeń finansowych inwestora i wykonawcy, a często także do wzrostu kosztów inwestycji. Niedostateczne przygotowanie inwestycji do realizacji było przyczyną zmian zakresu rzeczowego wprowadzanych na etapie realizacji robót. Głównymi przyczynami tych zmian było niedostateczne rozpoznanie warunków hydrogeologicznych, wady dokumentacji oraz dłuższy niż przewidywany czas uzyskiwania decyzji administracyjnych. Dokonywane na etapie realizacji robót zmiany projektowe przyczyniały się zarówno do wzrostu kosztów inwestycji, jak i do wydłużenia terminu jej realizacji. Niestety w procesach inwestycyjnych te błędy i problemy nie są analizowane i nie ma metod analizy, które mogłyby ograniczyć występowanie tego typu sytuacji. Przedstawiona w niniejszej pracy metoda analizy pozwoli wykryć pewne błędy już na etapie projektowania, co ostatecznie wpłynie na szybszy czas realizacji procesu inwestycyjnego oraz zmniejszy koszty realizacji danej inwestycji.

2.2. Kolejowe procesy inwestycyjne w polskich uwarunkowaniach

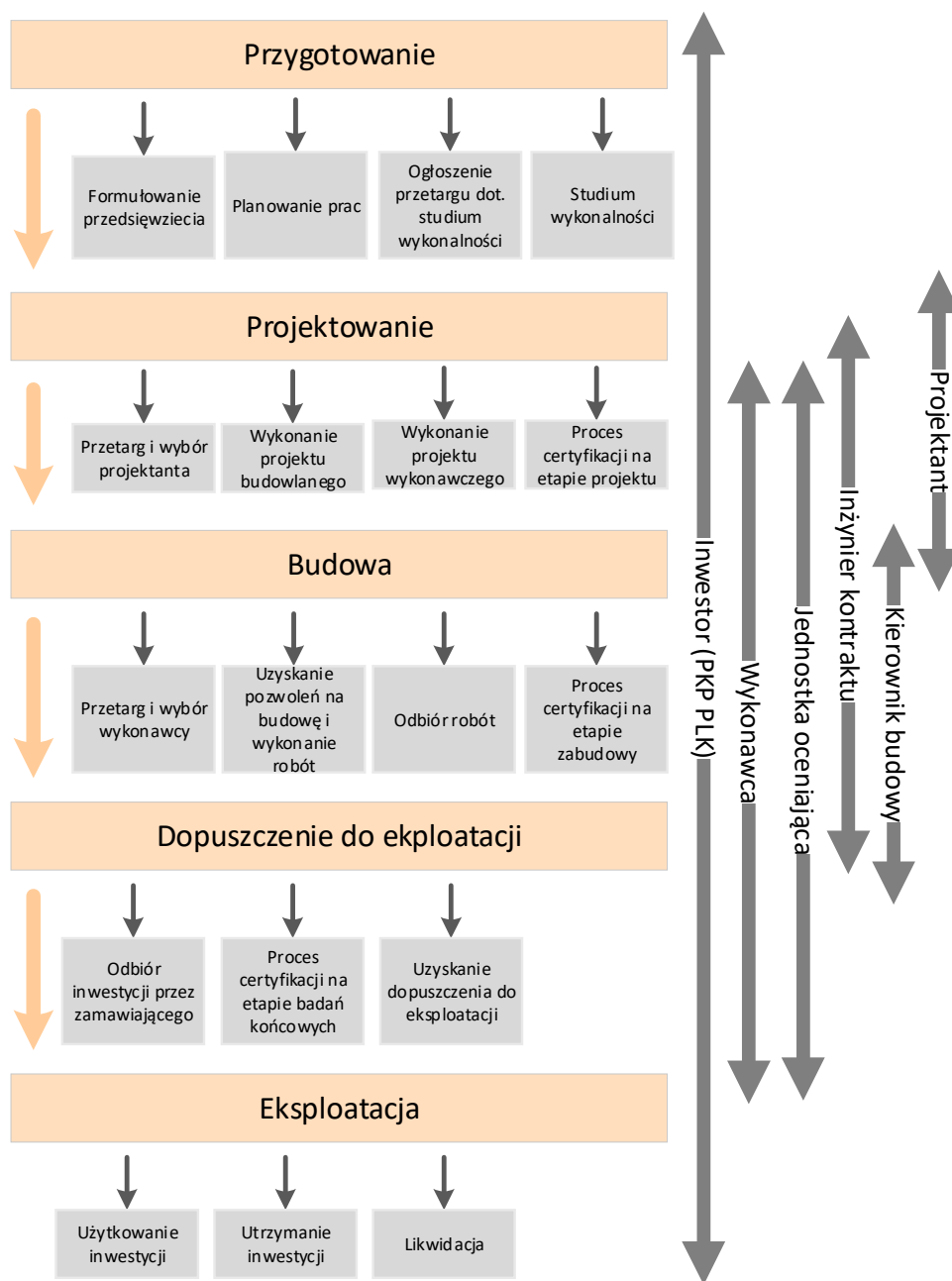
Proces inwestycyjny dzielimy na etapy, a ilość etapów procesu inwestycyjnego jest konsekwencją wymogów prawa odnośnie przygotowania i pozyskania stosownych dokumentacji oraz zamówień inwestora. Proces inwestycyjny jest skomplikowanym i długotrwałym procesem, a złożoność jego zależy od przedmiotu danej inwestycji [70]. Trzeba również zwrócić uwagę na to, iż rzadkością jest realizacja kolejowego procesu inwestycyjnego dotyczącego jedynie branży sterowania ruchem kolejowym. Zazwyczaj inwestycje dot. systemów i urządzeń srk są częścią większych inwestycji związanych z modernizacją, budową lub przebudową stacji lub całych linii kolejowych. Duże inwestycje realizowane są zazwyczaj w ramach zobowiązań międzynarodowych zawartych w umowie TEN-T [91], umowach AGC [98] i AGTC [97] lub w założeniach w TSI. Inwestycje te są w znacznej części finansowane ze środków unijnych, a co za tym idzie są pod nadzorem Agencji Kolejowej Unii Europejskiej.

Inwestycja kolejowa to przykład pełnego procesu inwestycyjnego, który składa się z wielu elementów i koniecznych formalności. Literatura branżowa przedstawia kilka sposobów podziału tego procesu w zależności od przyjętych kryteriów. Przyjmuje się następujący podział procesu inwestycyjnego na etapy:

- etap przygotowawczy;
- etap projektowania i uzyskiwania koniecznych decyzji administracyjnych;
- etap realizacji;
- etap przekazania do eksploatacji.

Etap przygotowawczy poprzez wykonanie Studium Wykonalności inwestycji powinien w należyty i dokładny sposób dostarczyć zamawiającemu i instytucjom odpowiedzialnym za wdrażanie projektów finansowych ze środków publicznych w Polsce, podstaw do podjęcia decyzji finansowych i rzeczowych odnośnie realizacji projektu.

W ostatnich latach transport kolejowy w Polsce dynamicznie się zmienia i rozwija, co wynika przede wszystkim z realizacji szeregu procesów inwestycyjnych. Proces inwestycyjny w zależności od zakresu prac, może trwać nawet kilka lat. Przy realizacji takich procesów wymagana jest min. wiedza techniczna, ekonomiczna, administracyjna i prawna. Oprócz znajomości polskich przepisów i aktów prawnych, konieczna jest znajomość aktów prawnych oraz dyrektyw ustanowionych przez Unię Europejską, ponieważ największe inwestycje są realizowane przy wsparciu finansowym pochodzącym z europejskiego funduszu rozwoju. W związku z tym, że inwestycje prowadzone przez PKP PLK S.A w większości są prowadzone przy udziale środków publicznych, to i procedury inwestycyjne odbywać się muszą zgodnie z ustawą o prawie zamówień publicznych z dnia 29 stycznia 2004 [126]. Dodatkowo równie ważnymi dokumentami w procesach inwestycyjnych jest ustawa prawo budowlane [125] oraz ustawa o transporcie kolejowym [124]. Przy inwestycjach współfinansowanych z funduszy unijnych należy dodatkowo zastosować wytyczne zawarte w warunkach kontraktowych FIDIC. FIDIC, to skrót nazwy Federation Internationale Des Ingenieurs – Conseils, czyli międzynarodowej Federacji Inżynierów – Konsultantów – organizacji międzynarodowej na prawach stowarzyszenia, powstałej w Szwajcarii w 1913 roku, zrzeszającej organizacje inżynierów – konsultantów z około 60 krajów. Warunki kontraktowe FIDIC zawierają wzorce kontraktowe umów o prace projektowe lub roboty budowlane, które zostały opracowane przez Międzynarodową Federację Inżynierów Konsultantów FIDIC. Warunki FIDIC to jedynie wzorce, które są pomocne przy zawieraniu umów, a nie odrębne przepisy prawa. Wyszczególnia się między innymi „żółtą księgę” FIDIC [103] oraz „czerwoną księgę” FIDIC [101]. Żółta księga FIDIC stosowana jest przy inwestycjach obejmujących projektowanie i zabudowę urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Schemat na rysunku 5 przedstawia proces inwestycyjny oraz podmioty, które uczestniczą w procesie inwestycyjnym.



Rysunek 5. Schemat procesu inwestycyjnego

Źródło: opracowanie własne

Każdy proces inwestycyjny można podzielić na etapy, w których uczestniczą różni interesariusze. Na każdym etapie trwania inwestycji występują różne wyzwania, a co za tym idzie można wyszczególnić różne czynniki ryzyka.

Końcowym etapem w procesie całej inwestycji jest oddanie do użytkowania podsystemu, co może odbyć się poprzez uzyskanie pozwolenia na użytkowanie bądź w przypadku braku

wymogu jego uzyskania poprzez zawiadomienie o zakończeniu budowy. Oprócz czynności związanych z prawem budowlanym wszelkie roboty podlegają odbiorom inwestorskim.

W najbliższych latach budżet przeznaczony na inwestycje kolejowe wynosi ok. 67 mld. zł [104]. Stąd wyzwaniem jest, aby w odpowiedni i zaplanowany sposób te pieniądze zainwestować, a przede wszystkim dotrzymać założonych harmonogramów realizacji prac. Aby to było możliwe należy usprawnić proces inwestycyjny, a tym samym badać i nadzorować zagrożenia i ryzyka na każdym etapie realizacji inwestycji. Pożądanym efektem byłoby osiągnięcie skutecznego planowania, projektowania z uzyskaniem niezbędnych decyzji, uzgodnień, opinii i pozwoleń, czy też sprawnej realizacji i przekazania do użytkowania zmodernizowanych linii i obiektów niezbędnych do funkcjonowania transportu kolejowego, oczywiście przy osiągnięciu możliwie najwyższego poziomu bezpieczeństwa.

Tak jak już zostało wspomniane inwestycje kolejowe charakteryzują się pewnymi specyficznymi cechami, które warunkują powodzenie inwestycji. Aby można było uznać, że dana inwestycja jest zakończona, należy uzyskać dopuszczenie do eksploatacji od Prezesa UTK oraz rozliczyć środki unijne, jeżeli takie były przeznaczone na daną inwestycję. Jednym z etapów inwestycji są odbiory techniczne realizowane przez inwestora. Odbiory techniczne robót wykonuje się, jako:

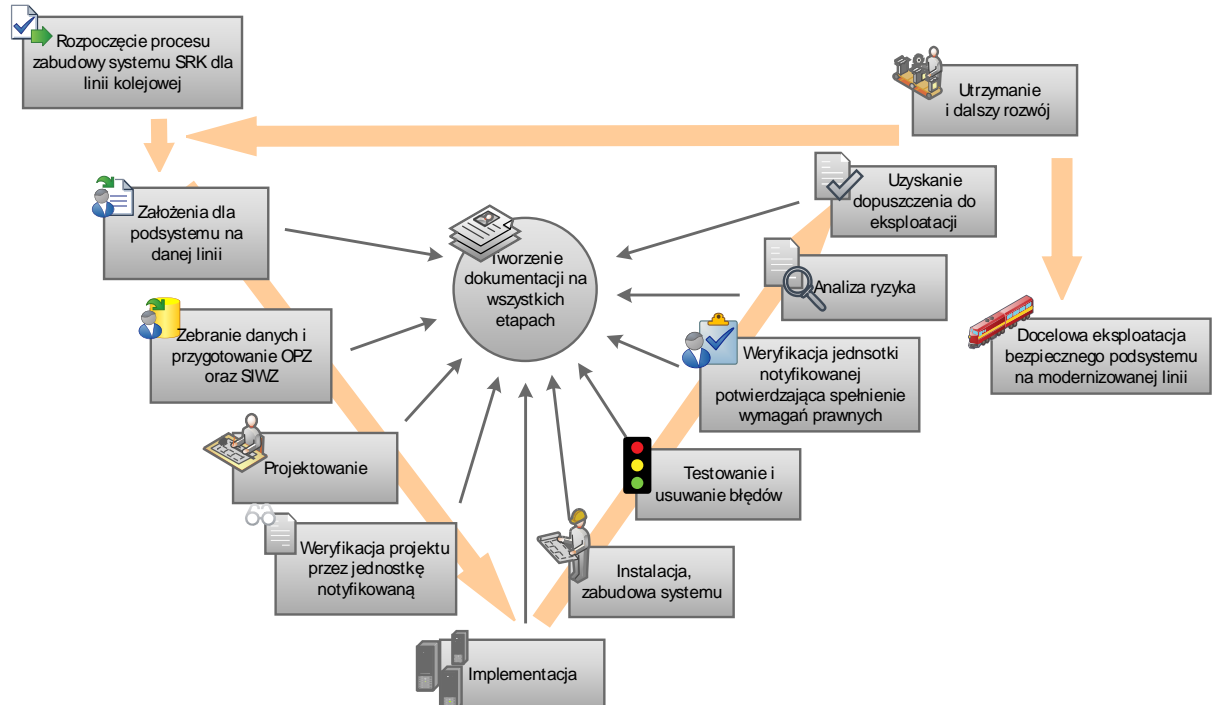
- odbiory międzyoperacyjne (kontrole i odbiory robót na bazach oraz odbiory międzyoperacyjne w torze), które są przeprowadzane w trakcie wykonywania robót remontowych; operacje podlegające odbiorom określone są w dokumentacji technologicznej opracowanej dla danego remontu,
- odbiór eksploatacyjny (wstępny), który jest podstawą oddania toru do eksploatacji wykonywany jest:
 - a) każdorazowo przed otwarciem toru do ruchu z ograniczoną w miejscu robót prędkością pociągów; dopuszczalną prędkość obowiązującą do czasu wykonania następnej fazy robót określa na podstawie pomiarów (przedstawionych przez wykonawcę robót) oraz oględzin, uprawniony pracownik komórki diagnostycznej,
 - b) przed dopuszczeniem do eksploatacji po całkowitym zakończeniu robót i otwarciem toru do ruchu pociągów - z prędkością określoną przez komisję dokonującą odbioru,
- odbiór ostateczny, który wykonuje się po upływie, co najmniej dwóch tygodni od przekazania naprawionego toru do eksploatacji.

Wymagania, które muszą być spełnione podczas realizacji odbiorów technicznych określone zostały w dokumencie PKP PLK „Warunki i zasady odbiorów robót budowlanych na liniach kolejowych” [70].

Należy przy tym zaznaczyć jak bardzo powiązane są wymagania prawa kolejowego z wymaganiami prawa budowlanego. Osoby realizujące odbiory techniczne powinny znać specyfikę i wymagania prawa budowlanego jak i kolejowego.

2.3. Wymagania i uwarunkowania inwestycji obejmujących budowę i wdrożenie systemów sterowania

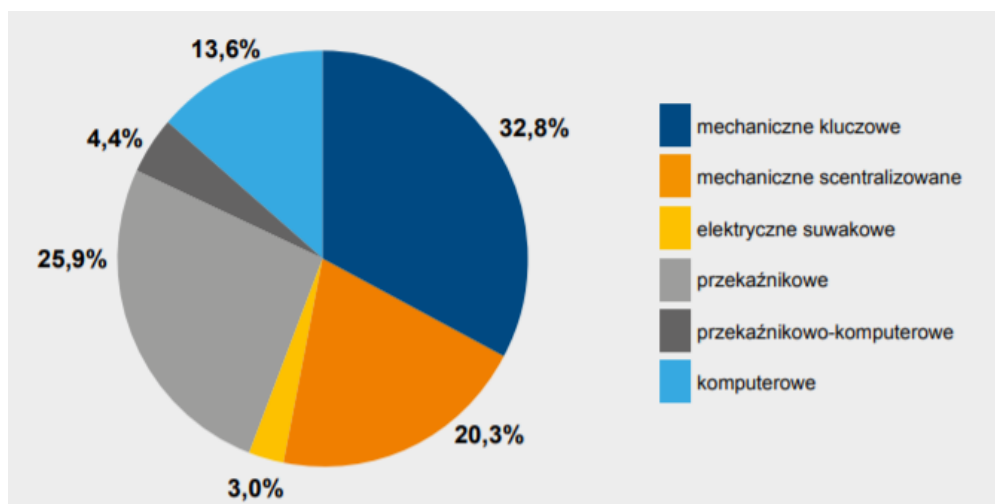
Procesem inwestycyjnym w obszarze infrastruktury sterowania ruchem kolejowym można określić ciąg czynności, które mają na celu stworzenie nowych obiektów i elementów sterowania ruchem kolejowym lub modernizację obecnie eksploatowanych w określonym czasie przy określonych i ograniczonych zasobach finansowych. Proces ten dotyczy zagadnień technicznych, ekonomicznych, technologicznych oraz prawnych. W przypadku inwestycji realizowanych w branży kolejowej są to zazwyczaj procesy złożone, które trwają nawet kilka lat. Przykładowe etapy procesu zabudowy systemu srk na linii kolejowej zostały przedstawione na rysunku 6.



Rysunek 6. Uproszczony schemat procesu zabudowy systemu srk w oparciu o cykl V

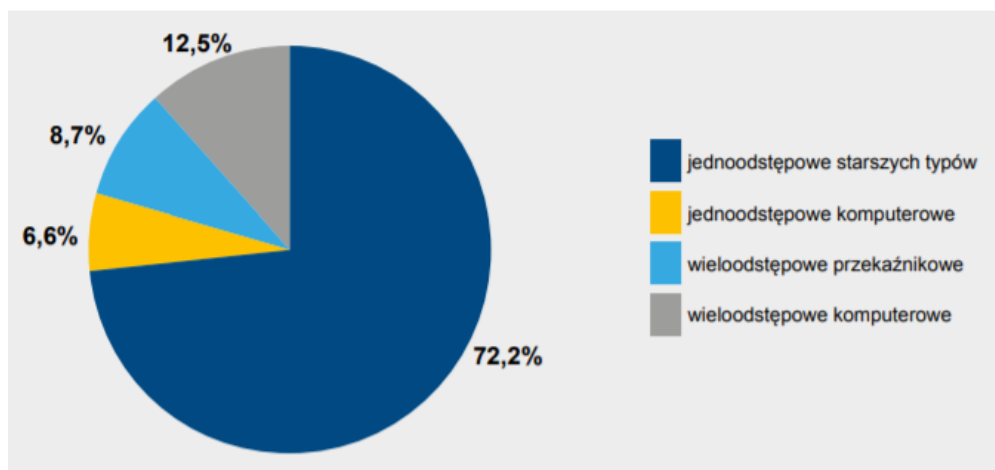
Źródło: opracowanie własne [36]

Na polskich liniach kolejowych eksploatuje się różne systemy i urządzenia srk, oczywiście wiele z tych rozwiązań jest nieefektywnych ekonomicznie. Taki stan jest wynikiem wielu zaniedbań i braku strategii dla polskich kolei. Dopiero w ostatnich latach intensywność modernizacji znacząco wzrosła (rysunki 7 i 8).



Rysunek 7. Okręgi nastawcze w poszczególnych rodzajach stacyjnych urządzeń srk

Źródło: [69]



Rysunek 8. Typy eksploatowanych blokad liniowych

Źródło: [69]

Analizując przedstawione na rysunkach 7 i 8 dane można jednoznacznie stwierdzić, że na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP PLK wciąż eksploatowanych jest niewiele nowoczesnych systemów komputerowych. Natomiast przeważający procent stosowanych

systemów stanowią nadal urządzenia mechaniczne i przekaźnikowe. Urządzenia te wymagają większego nakładu pracy nie tylko związanego z użytkowaniem, ale również z utrzymaniem w odpowiednim stanie. Urządzenia komputerowe zajmują mniej miejsca niż urządzenia mechaniczne czy przekaźnikowe. Dodatkowo urządzenia komputerowe spełniają najwyższe wymogi bezpieczeństwa oraz umożliwiają budowę Lokalnych Centrów Sterowania (LCS). Ważną cechą urządzeń komputerowych jest również możliwość rejestracji działania tych urządzeń. Rejestracja sekwencji pracy nie jest możliwa w przypadku starszych urządzeń.

Wymagania odnośnie urządzeń srk, które mają być eksploatowane na polskich liniach kolejowych określa Zamawiający, czyli PKP PLK S.A. w dokumentacji przetargowej, w której określone są wszelkie wymagania techniczne, jakie muszą spełniać urządzenia instalowane na danej linii kolejowej, w tym urządzenia srk.

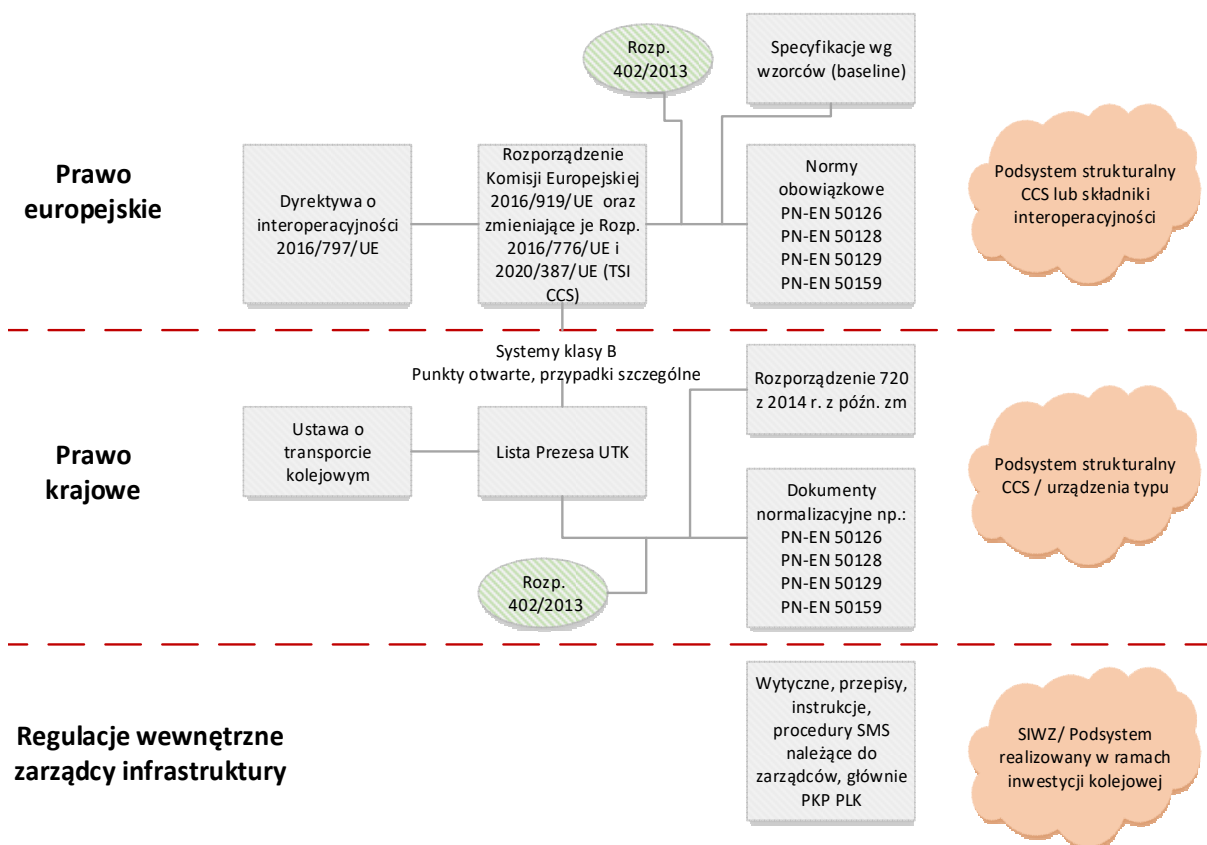
Każda inwestycja kolejowa jest inna i wymaga indywidualnego podejścia, również w odniesieniu do analizy czynników ryzyka. Każda inwestycja charakteryzuje się różnym zakresem prac, poziomem trudności i czasochłonnością, natomiast inwestycje kolejowe obejmujące branżę sterowania ruchem charakteryzują się wieloma dodatkowymi cechami, takimi jak:

- brak interfejsów oraz wysoki koszt ich stworzenia;
- dążenie do stosowania sprawdzonych i uniwersalnych rozwiązań technicznych;
- mnogość przepisów prawnych, w których występuje częsty brak spójności;
- różnorodność nowych systemów i urządzeń różnych producentów;
- skomplikowane i długotrwałe procedury zapewnienia finansowania inwestycji;
- długotrwałe wydawanie inwestycji administracyjnych;
- konieczność indywidualnego podejścia i rozpatrywania każdej inwestycji;
- konieczność ścisłej współpracy pomiędzy inwestorem, wykonawcą, projektantami itd.;
- czasochłonność i kosztochłonność inwestycji;
- konieczność spełnienia wymagań bezpieczeństwa (SIL4);
- brak wyszkolonych i doświadczonych specjalistów;
- częste opóźnienia inwestycji.

Powyższe cechy inwestycji kolejowych obejmujących systemy srk potwierdzają fakt, że to właśnie te inwestycje są najbardziej wymagające jak i kosztochłonne. Dodatkowo istotny jest fakt, że głównie systemy srk odpowiadają za bezpieczeństwo w transporcie kolejowym. Wszelkie nowe systemy czy urządzenia wprowadzane na rynek polski muszą posiadać

stosowne certyfikaty zgodności oraz dopuszczenie do eksploatacji wydane przez Urząd Transportu Kolejowego.

Wymagania dotyczące zabudowy systemów srk można podzielić na wymagania, czy przepisy europejskie oraz wymagania krajowe. Wymagania europejskie zostały przedstawione głównie w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności (TSI), które odnoszą się przede wszystkim do systemu ERTMS. TSI daje szeroką furtkę do stosowania krajowych rozwiązań identyfikując tzw.: punkty otwarte, przypadki szczególne i systemy klasy B, dla których nie stosuje się wymagań ujętych w TSI i dla których każde państwo członkowskie ustanawia tzw. wymagania krajowe. Rysunek 9 przedstawia wymagania prawne z podziałem na prawo krajowe, europejskie oraz regulacje wewnętrzne, które muszą być spełnione w procesie inwestycyjnym.

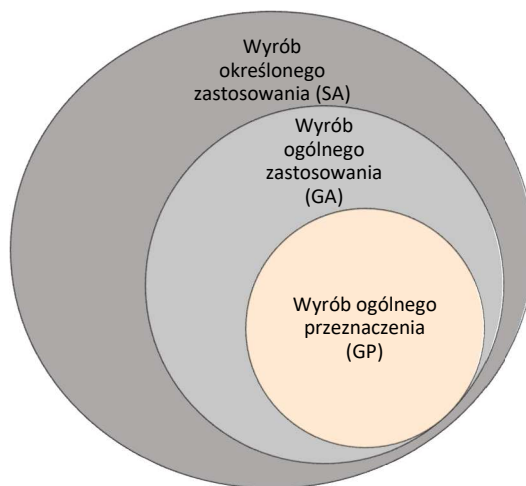


Rysunek 9. Wymagania europejskie, krajowe oraz zarządcy infrastruktury w odniesieniu do podsystemu sterowanie

Źródło: opracowanie własne

W Polsce przepisy krajowe zostały zawarte głównie w Liście Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego z dnia 19.01.2017 r. [105], która została zastąpiona Listą Prezesa UTK z dnia

23.12.2021 r (dla instalacji stałych) [107] oraz Listą Prezesa UTK z dnia 05.11.2021 (dla pojazdów).[106]. Lista Prezesa UTK przywołuje przepisy (normy, rozporządzenia), dla poszczególnych wyrobów, jednak nie definiuje etapów oceny oraz mających zastosowanie procedur. Wymagania dla systemów srk, które są zawarte w Rozporządzeniu 2016/919 [118] zmienionym przez rozporządzenia [121] i [122], między innymi odwołują się do specyfikacji tzw. Subsetów oraz do norm CENELEC, które stanowią podstawę bezpieczeństwa i niezawodności dla składników interoperacyjności oraz podsystemów „Sterowanie” zbudowanych w oparciu o te składniki. Normy CENELEC stanowią standard i przewodnik dla osób zajmujących się bezpieczeństwem i niezawodnością kolejowych systemów związanych z bezpieczeństwem. Proponowane przez normy metody, narzędzia i techniki dotyczą trzech poziomów zastosowań urządzeń kolejowych: urządzenia ogólnego przeznaczenia (ang. generic product, w skrócie GP), urządzenia ogólnego zastosowania (ang. generic application, w skrócie: GA) oraz urządzenia określonego zastosowania, potocznie zwane: aplikacją (ang. specific application, w skrócie SA). Urządzenia ogólnego zastosowania (GA) są dostosowane do konkretnych wymagań danego rynku kolejowego, przewoźnika, zarządcy infrastruktury. Natomiast urządzenia określonego zastosowania (SA) są dostosowane do konkretnej lokalizacji i konkretnego miejsca w terenie lub na konkretnym pojeździe kolejowym. Na rysunku 10 przedstawiono poziomy zastosowań urządzeń sterowania ruchem kolejowym zgodnie z wymaganiami norm CENELEC.



Rysunek 10. Poziomy zastosowań urządzeń srk.

Źródło: opracowanie własne

Norma PN-EN 50129:2019-01 [112] narzuca obowiązek opracowania dowodu bezpieczeństwa na wszystkich poziomach zastosowań. Odpowiedzialnym za wykonanie dowodu bezpieczeństwa jest podmiot odpowiedzialny za urządzenie lub system na danym

poziomie zastosowania: GP, GA lub SA [55]. Celem dowodu bezpieczeństwa jest wykazanie, że wymagania bezpieczeństwa zostały spełnione przy zastosowaniu określonych warunków w dalszych etapach cyklu życia lub na wyższym poziomie zastosowania. Warunki te są zwane warunkami SRAC (safety related application condition) – warunkami bezpiecznego stosowania.

Oprócz ww. wymagań Wykonawcę podsystemu obowiązują wymagania określone w SIWZ (Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia), które zostały określone przez Zamawiającego. Wymagania te mogą, ale nie muszą być wymaganiami prawnymi. Może to być zestaw regulacji wewnętrznych danego zarządcy infrastruktury, np. instrukcje i standardy techniczne PKP PLK, jak też inne dokumenty sporządzone przez Zamawiającego. Dokumenty te nie powinny być sprzeczne z wymaganiami prawnymi. Gdyby tak było, nadrzędnymi wymaganiami są zawsze wymagania prawne. Jako jeden z ważniejszych dokumentów zarządcy infrastruktury jest procedura SMS-PW-17 [117], która mówi jakie wymagania muszą być spełnione aby dany system czy urządzenie były bezpieczne i aby były dopuszczone do eksploatacji na polskich liniach kolejowych. W ramach realizacji kolejowych procesów inwestycyjnych należy spełniać szereg wymagań europejskich, krajowych jak i wymagań samego Zarządcy Infrastruktury, natomiast szerzej wymagania te zostały przedstawione w kolejnych rozdziałach pracy.

2.4. Uwarunkowania formalno-prawne

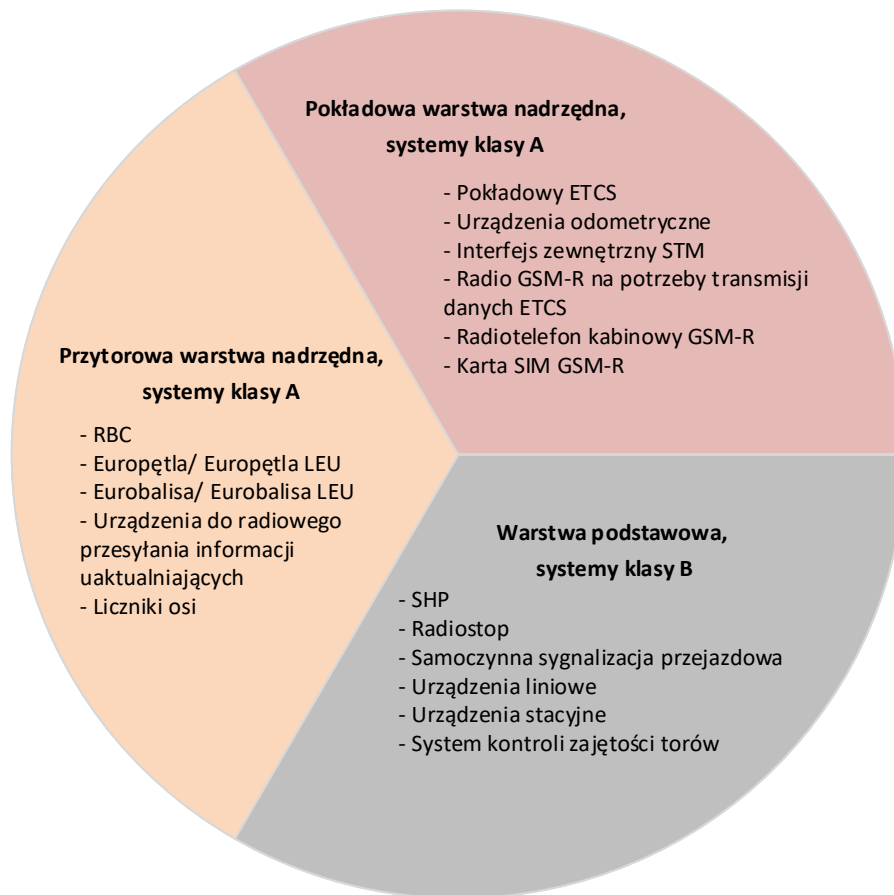
2.4.1 Uwagi ogólne

Inwestycje kolejowe są procesami złożonymi i długotrwałymi, w związku z tym wymagania prawne oraz techniczne, które muszą być spełnione, również są bardzo obszerne. W celu zainstalowania systemu ERTMS na linii kolejowej, bardzo ważne jest spełnienie wymagań prawa unijnego oraz innych wymagań koniecznych przy realizacji procesu inwestycyjnego.

Aktualnie na kolejach europejskich położony jest nacisk na wdrażanie zasad „interoperacyjności” kolei (jest to konsekwencja przyjęcia odpowiednich Dyrektyw UE, a w szczególności dyrektywy 2008/57/WE [93]) oraz przyjętych w tym obszarze Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI). Dyrektywa 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie [93], zastąpiona przez Dyrektywę 2016/797/UE [94], wskazuje, że działalność komercyjna kolei na całej sieci kolejowej wymaga pełnej kompatybilności infrastruktury i pojazdów, a także skutecznego

wzajemnego połączenia systemów informowania i komunikowania różnych zarządców infrastruktury i przedsiębiorstw kolejowych.

Obszar sterowania ruchem kolejowym dzieli się na trzy części [61]: warstwę podstawową sterowania ruchem kolejowym, przytorową część warstwy nadrzędnej i pokładową część warstwy nadrzędnej (patrz Rysunek 11). Warstwa podstawowa jest definiowana, jako kontrola niezajętości torów i rozjazdów oraz systemy korzystające i urządzenia zabezpieczenia przejazdów kolejowych. Warstwa podstawowa jest oceniana zgodnie z prawem krajowym. Warstwa nadrzędna opiera się na cyfrowej bezpiecznej transmisji danych pobieranych z warstwy podstawowej i przekazywanych do pojazdów. W Unii Europejskiej warstwę nadrzędną przedstawiono, jako rozwiązanie interoperacyjne w pełni zdefiniowane przez prawo europejskie.



Rysunek 11. Części podsystemu sterowanie oraz przypisane do nich składniki

Źródło: opracowanie własne

Każda z części podsystemu sterowanie podlega pod proces certyfikacji, który ma za zadanie potwierdzić spełnienie wymagań zasadniczych interoperacyjności, czyli między innymi bezpieczeństwa. Poza wymaganiami prawa krajowego jak i europejskiego

w procesach inwestycyjnych mają zastosowanie inne dokumenty dotyczące samego procesu budowlanego np. Ustawa Prawo Budowlane. Te wszystkie wymagania zostały pokrótce opisane w kolejnych podrozdziałach.

2.4.2 Prawo budowlane

Podstawowe regulacje dotyczące przebiegu procesu inwestycyjnego zawarte są w Ustawie – Prawo budowlane [125] oraz Ustawie z 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [109]. Przepisy te określają ogólne zasady inwestycyjnego procesu budowlanego i tryb kontroli regulacyjnej w tym zakresie.

Ustawa z 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [125] normuje działalność obejmującą sprawy projektowania, budowy, utrzymania i rozbiórki obiektów budowlanych oraz określa zasady działania organów administracji publicznej w tym obszarze. Uczestnikami procesu budowlanego są: inwestor, inspektor nadzoru inwestorskiego, projektant, kierownik budowy i kierownik robót. Ustawa Prawo budowlane nie narusza ustawy o transporcie kolejowym w odniesieniu do inwestycji kolejowych [61]. Realizacja inwestycji kolejowej będzie wymagała uzyskania zarówno pozwolenia na budowę, jak i decyzji o ustaleniu lokalizacji danej linii kolejowej. Oznacza to, że należy stosować obie ustawy. W takiej sytuacji w pierwszej kolejności inwestor jest zobowiązany do uzyskania decyzji o ustaleniu lokalizacji linii kolejowej, co wynika z rozdziału 2b ustawy o transporcie kolejowym [124] .

Na rysunku nr 12 przedstawione zostały akty prawne, które definiują proces budowlany. Wymagania tych dokumentów mają duży wpływ i znaczenie w kolejowym procesie inwestycyjnym. Większość wyrobów dopuszczonych do obrotu i stosowania są dopuszczone na podstawie Ustawy o wyrobach budowlanych [108], która określa zasady wprowadzenia do obrotu lub udostępniania na rynku kolejowym wyrobów budowlanych, zasady kontroli wyrobów budowlanych wprowadzonych do obrotu lub udostępnianych na rynku. Dodatkowo ustawa ta określa działanie organów w zakresie wykonywania zadań administracyjnych i obowiązków.

Prawo budowlane	<ul style="list-style-type: none"> • określa prawa i obowiązki uczestników procesu budowlanego • określa sposób realizacji inwestycji i uzyskiwania pozwoleń na budowę • definiuje najważniejsze pojęcia związane z procesem inwestycyjnym • określa wymagania dotyczące uzyskania uprawnień budowlanych oraz prawa i obowiązki Inspektorów
Ustawa o transporcie kolejowym	<ul style="list-style-type: none"> • warunki przygotowania inwestycji dot. linii kolejowych o znaczeniu państwowym, w tym warunki lokalizacji i nabywania nieruchomości na ten cel • zasady korzystania z infrastruktury kolejowej, zarządzania infrastrukturą kolejową i jej utrzymania • określa zasady uzyskania decyzji o ustaleniu lokalizacji linii kolejowej
Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko	<ul style="list-style-type: none"> • określa zasady uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, co wiąże się z oceną oddziaływania na środowisko i wydaniem raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko
Prawo zamówień publicznych	<ul style="list-style-type: none"> • określa zasady i tryb udzielania zamówień publicznych, środki ochrony prawnej, kontrolę udzielania zamówień publicznych
Kodeks cywilny	<ul style="list-style-type: none"> • reguluje stosunki cywilnoprawne między osobami fizycznymi i osobami prawnymi • definiuje pojęcie umowy o roboty budowlane • reguluje prawa i obowiązki obu stron w tym także ich odpowiedzialność
Przepisy wewnętrzne inwestora	<ul style="list-style-type: none"> • zasady dotyczące prowadzenia ruchu kolejowego • wytyczne dotyczące utrzymania infrastruktury kolejowej • warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych • zasady udzielania i organizacji prac na obszarze kolejowym

Rysunek 12. Akty prawne dotyczące procesu budowlanego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [84].

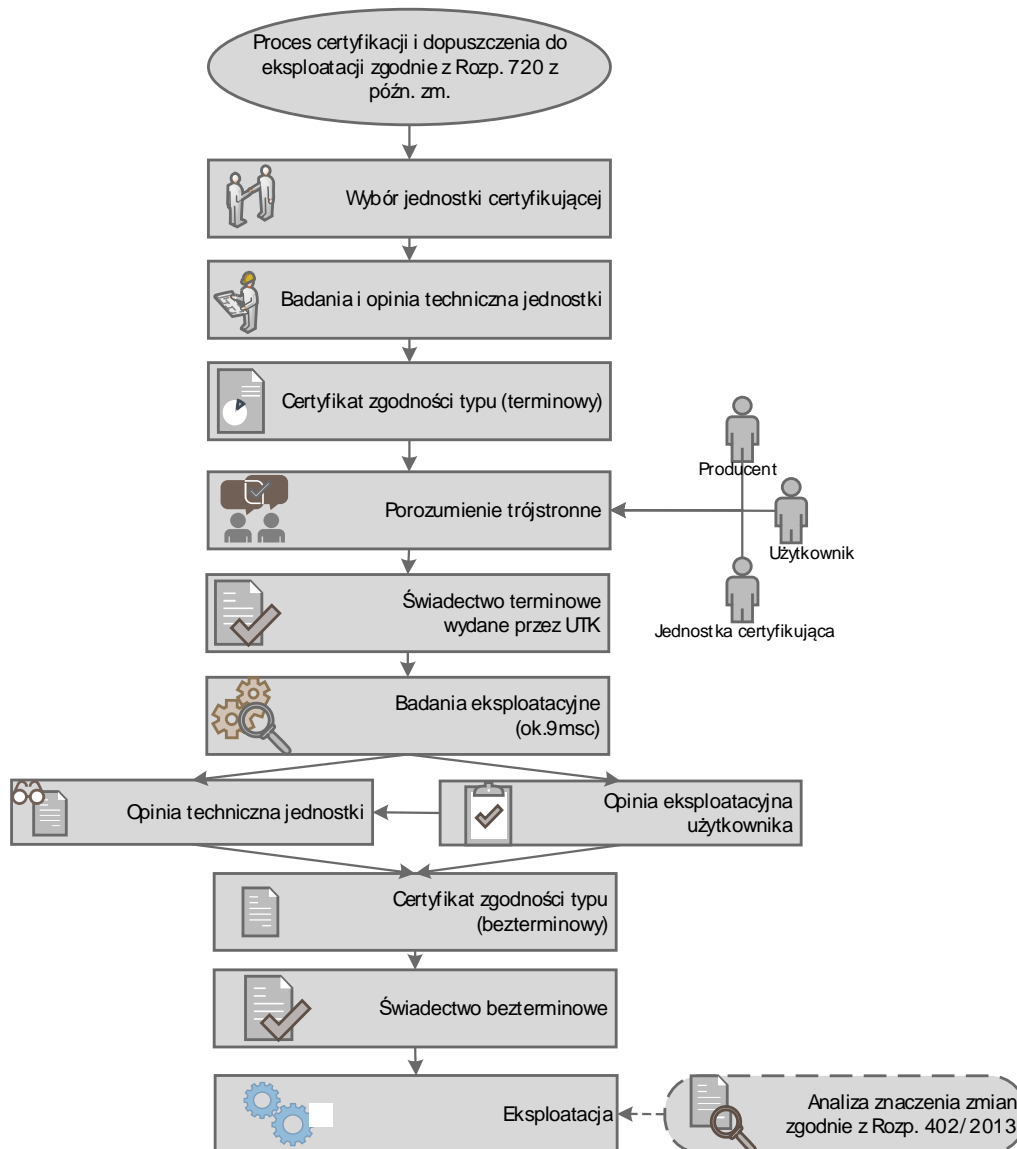
Zazwyczaj jednak ocenie zgodnie z prawem budowlanym nie są poddawane wyroby, dla których ocena i dokumenty potwierdzające jej pozytywny wynik są regulowane przez ustawę o transporcie kolejowym. Niemniej jednak bardzo wiele wyrobów stosowanych przy realizacji inwestycji kolejowych przechodzi ocenę i uzyskuje dokumenty w oparciu o ustawę o wyrobach budowlanych [108] są to np. wyroby przeznaczone do budowy nawierzchni kolejowej takie jak podsypka, maty, płyty betonowe itp.

2.4.3 Wymagania krajowe, proces certyfikacji według prawa krajowego

Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym [124] jest podstawowym aktem prawnym regulującym funkcjonowanie całego sektora transportu kolejowego na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej.

Wymagania polskie dla budowli, urządzeń i pojazdów definiuje rozporządzenie [119], które wskazuje, jako dokument obowiązujący „Listę krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwi spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei” [105] opublikowanej przez Urząd Transportu Kolejowego, która została zmieniona przez dwie tzw. Listy Prezesa UTK [106], [107]. Jedna lista [106] jest z dnia 5 listopada 2021 r. i dotyczy wymagań krajowych dla pojazdów kolejowych oraz dla podsystemu sterowanie-urządzenia pokładowe, natomiast druga lista [107] z dnia 23 grudnia 2021 r. dotyczy podsystemów – przytorowych.

Przebieg procesu certyfikacji zgodności typu przedstawia Rysunek 13.



Rysunek 13. Schemat procesu certyfikacji i dopuszczenia do eksploatacji zgodnie z prawem krajowym

Źródło: opracowanie własne

Ustawa o Transporcie Kolejowym oraz Lista Prezesa UTK stanowią podstawowe wymagania stawiane systemom i urządzeniom, które docelowo mają być eksploatowane na polskich liniach kolejowych. Zgodnie z tymi dokumentami każdy wyrób lub system musi przejść przez proces certyfikacji oraz próby eksploatacyjne, aby mógł być eksploatowany

Ocenę zgodności typu realizuje Jednostka Organizacyjna z art.22g ust.1 Ustawy [124]. Wynikiem oceny zgodności typu jest bezterminowy Certyfikat zgodności Typu dla wyrobu, który składany jest przez producenta lub upoważnionego przedstawiciela, wraz z wnioskiem do Urzędu Transportu Kolejowego w celu otrzymania bezterminowego Świadectwa dopuszczenia do eksploatacji.

Poza oceną poszczególnych typów wyrobów wymagana jest ocena podsystemów w części nieujętej w TSI również zgodnie z wymaganiami prawa krajowego, głównie z Listą Prezesa UTK. Taką ocenę przeprowadzają uprawnione jednostki wyznaczone tzw. DeBo (Designated Body), które potwierdzają spełnienie wymagań prawa krajowego poprzez wystawienie Certyfikatu Weryfikacji dla danego podsystemu.

2.4.4 Wymagania europejskie, proces certyfikacji według prawa europejskiego

Proces certyfikacji wynika z idei interoperacyjności. Interoperacyjność systemu kolei definiuje się, jako zdolność systemu kolei do zapewnienia bezpiecznego i nieprzerwanego ruchu pociągów o charakterystykach odpowiednich dla danych linii kolejowych, zależną od wszystkich warunków technicznych, prawnych i eksploatacyjnych, których zachowanie zapewnia dotrzymanie zasadniczych wymagań [94]. O interoperacyjności oraz procesie certyfikacji dosyć szczegółowo pisze w swojej książce M. Pawlik [61], który opisuje z czym wiąże się wprowadzenie zasady interoperacyjności w transporcie kolejowym. Dokumentem, który wprowadza pojęcie interoperacyjności oraz nakłada konieczność przeprowadzenia procesów certyfikacji jest Dyrektywa [94], w której zdefiniowano siedem podsystemów, po czym jeden z nich podzielono na dwa podsystemy (podsystem sterowanie – urządzenia przytorowe oraz podsystem sterowanie – urządzenia pokładowe). Dla każdego podsystemu zdefiniowano wymagania zasadnicze, które opisano w załączniku III do dyrektywy. Tabela 1 przedstawia podział podsystemów strukturalnych oraz funkcjonalnych.

Tabela 1. Podział podsystemów strukturalnych oraz eksploatacyjnych

Podsystemy strukturalne	Podsystemy funkcjonalne
INF – Infrastruktura	PRM – Osoby o ograniczonej możliwości poruszania się
ENE – Energia	NOI – Hałas
CCO – Sterowanie urządzenia pokładowe	OPE – Ruch kolejowy
CCT – Sterowanie urządzenia przytorowe	TAF – Telematyka dla przewozów towarowych
RST – Tabor	TAP – Telematyka dla przewozów pasażerskich

Źródło: opracowanie własne

Procesom certyfikacji podlegają tylko podsystemy strukturalne oraz składniki interoperacyjności, wchodzące w skład danego podsystemu. Wymagania szczegółowe dla poszczególnych podsystemów zdefiniowano w tzw. Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności – TSI. Specyfikacje te są powiązane z podsystemami, ale do poszczególnych z nich często ma zastosowanie więcej niż jedna specyfikacja TSI, a pojedyncze specyfikacje często mają zastosowanie do więcej niż jednego podsystemu.

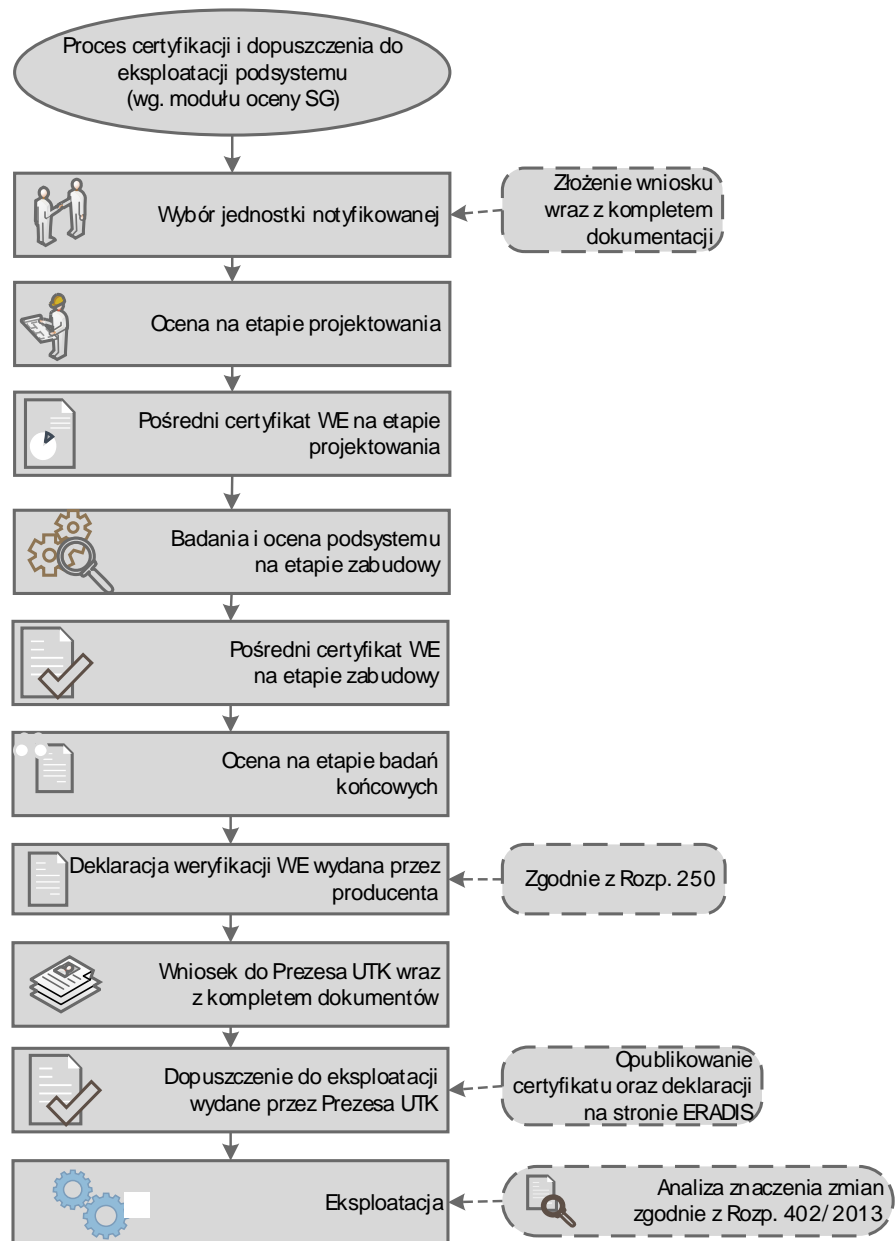
Proces certyfikacji jest realizowany przez niezależne jednostki notyfikowane, zgodnie z wybranym modułem oceny zgodności. Moduły oceny zgodności zostały opisane w decyzji 2010/713/UE [90]. Jednostki notyfikowane po pozytywnym zakończeniu procesu oceny zgodności wydają certyfikat WE, który jest podstawą do wydania deklaracji WE, którymi producenci i wykonawcy potwierdzają na swoją wyłączną odpowiedzialność, że dostarczone przez nich wyroby są zgodne z wymaganiami europejskimi.

Dla oceny interoperacyjnych podsystemów wymaga się przeprowadzenia wyceny i oceny ryzyka oraz uzyskanie raportu w sprawie oceny bezpieczeństwa. Raporty takie przygotowują jednostki oceniające ryzyko na podstawie wyceny i oceny ryzyka, którą wykonawca przedstawia do niezależnej oceny. Zasady przeprowadzenia takiej wyceny i oceny ryzyka definiuje rozporządzenie [123] ze zmianami [120] oraz dyrektywa [95]. Rozporządzenie [123] określa zasady analizy ryzyka związanego ze znaczącymi zmianami wprowadzonymi do systemu kolei.

Proces certyfikacji wiąże się z zasadą interoperacyjności, czyli również jest związany z środkami, które pochodzą z funduszy europejskich. Jako, że Komisja Europejska proponuje w znacznym stopniu wsparcie finansowe mające na celu wdrożenie ogólnie pojętej interoperacyjności, a w szczególności rozmieszczenia ETCS, należy zagwarantować, że fundusze wspólnotowe przeznaczone na ten sektor, a zwłaszcza na projekty infrastrukturalne nie są sprzeczne z realizacją interoperacyjnej sieci transeuropejskiej.

Dokładniej oznacza to, że jeżeli chodzi o projekty wdrażające ETCS lub GSM-R, należy zagwarantować, aby pociągi wyposażone w moduły ETCS i GSM-R wykonane przez jednego producenta będą mogły bez przeszkód jeździć po sieci wyposażonej przez innego producenta. Należy również zagwarantować, aby wszystko zostało tak zaprojektowane, że przejazd przez granice będzie odbywał się w sposób optymalny, również w zakresie przejścia z jednej sieci GSM-R do drugiej. Producenci pracują w oparciu o wspólne, stabilne już specyfikacje, wymienione w szczególności w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności (TSI) [34]. W stosunku do każdego projektu realizowanego przy wsparciu funduszy wspólnotowych, dotyczącego wdrażania ETCS lub GSM-R, ostateczne wypłacenie środków uwarunkowane będzie wykazaniem stosowania specyfikacji interoperacyjności, czego dowodem będzie uzyskanie Certyfikatu Weryfikacji WE. Aby uzyskać taki certyfikat producent, który wygra dany przetarg musi zlecić jednostce notyfikowanej ocenę podsystemu na trzech etapach: projektu, zabudowy i badań końcowych. Jeżeli dany podsystem spełni wymagania stosownych TSI, jednostka notyfikowana wydaje Certyfikat weryfikacji WE, na którego podstawie producent wystawia deklarację zgodności, która jest składana razem z wnioskiem o dopuszczenie do eksploatacji. Rysunek 14 obrazuje etapy procesu certyfikacji podsystemów przytorowych zgodnie z modułem SG, który jest najczęściej stosowanym modułem oceny w podsystemach przytorowych.

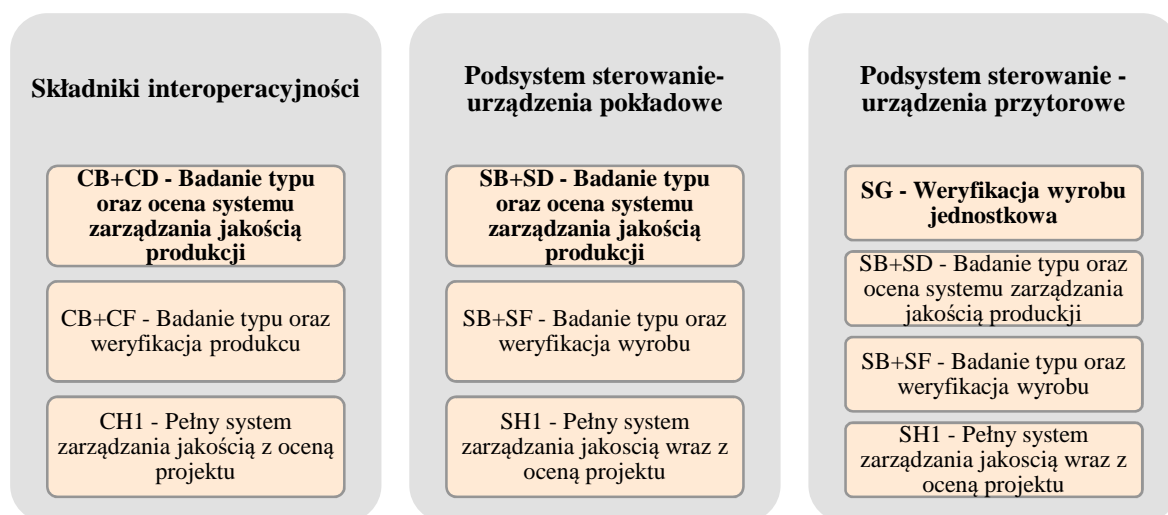
Proces certyfikacji WE jest realizowany zgodnie z wybranym modułem oceny zgodności. Moduły oceny zgodności są zdefiniowane w Decyzji Komisji 2010/713/UE [90]. W TSI określono moduły, których stosowanie jest dozwolone w procesie certyfikacji danego podsystemu czy też składnika interoperacyjności.



Rysunek 14. Schemat procesu certyfikacji zgodnie z prawem europejskim wg. modułu oceny SG

Źródło: opracowanie własne

Na rysunku 15 przedstawiono moduły oceny zgodności, które są dopuszczalne w procesach certyfikacji podsystemu sterowanie oraz składników interoperacyjności, a pogrubioną czcionką oznaczono moduły, które są najczęściej stosowane.



Rysunek 15. Moduły oceny składników interoperacyjności oraz podsystemów sterowanie
 Źródło: [38]

Dodatkowo Rozporządzenie [119] nakazuje, aby notyfikowana jednostka certyfikująca, która prowadzi daną procedurę weryfikacji podsystemu, potwierdziła pośrednim certyfikatem weryfikacji WE podsystemu, że część podsystemu, dla której nie stosuje się TSI, spełnia zasadnicze wymagania poprzez zastosowania krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych. W takim przypadku ocena podsystemu odbywa się zgodnie z Listą Prezesa UTK [107].

Proces inwestycyjny dla każdego producenta jest wyzwaniem, gdyż należy spełnić wiele wymagań prawnych oraz wymagań inwestora, aby ostatecznie dana linia została oddana do eksploatacji, oraz aby została współfinansowana przez Unię Europejską. W procesach inwestycyjnych proces certyfikacji nie jest traktowany przez wykonawców z należytą powagą. Istnieją wykonawcy inwestycji, którzy wiele razy spotkali się już z procesem certyfikacji, nie mniej jednak nadal występuje zjawisko braku wystarczającej wiedzy na temat wymagań prawnych jak i samego procesu certyfikacji. Jednym z głównych błędów popełnianych przez wykonawców inwestycji jest późne zgłoszenie się do jednostki notyfikowanej, co powoduje rozpoczęcie etapu zabudowy w momencie, kiedy jeszcze nie został wydany certyfikat na etapie projektu, co znacząco utrudnia implementację zmian wykrytych przez jednostkę notyfikowaną na etapie oceny projektu. Takie sytuacje mogą skutkować odmową wydania certyfikatów i koniecznością wprowadzenia zmian w projekcie bądź, co gorsze w zabudowanym już podsystemie, co również wpłynie na koszty realizacji inwestycji.

Dodatkowym problemem, który wiąże się z oceną podsystemu sterowanie – urządzenia przytorowe oraz sterowanie – urządzenia pokładowe jest zmiana wersji systemu. Systemy ERTMS/ETCS oraz ERTMS/GSM-R to systemy elektronicznie programowalne [4]. Systemy te podlegają rozwojowi technicznemu stąd też powstają nowe wersje oprogramowania, przy czym problemem jest zachowanie spójności rozwiązań stosowanych w skali systemu kolejowego w odniesieniu do sieci kolejowej, jak i w odniesieniu do taboru. W celu nadzorowania zmian wersji systemów stosuje się tzw. zarządzanie wersjami, które są zebrane i określone, jako wzorce. W przypadku ETCS obecnie stosowany jest wzorzec 2 (baseline 2) oraz wzorzec 3 (baseline 3), które są zdefiniowane w załączniku A do specyfikacji TSI CCS [118]. Każda linia kolejowa wyposażona jest w jedną określoną wersję systemu. Na polskiej linii kolejowej stosowany jest wzorzec 2 (baseline 2) – wersja wzorca 2.3.0d. Pojazdy trakcyjne w Polsce wyposażone są i obecnie są wyposażane zgodnie ze wzorcem 2 (baseline 2). Jednak pojazdy, które są przekazywane do eksploatacji po 1 stycznia 2019 roku, muszą spełniać wymagania wzorca 3 (baseline 3) – wersja wzorca 3.4.0. Pokładowe urządzenia zgodne ze wzorcem 3 (baseline 3) zapewniają pełną zgodność z wyposażeniem przytorowym zarówno dla wzorca 2 (baseline 2) jak i dla wzorca 3 (baseline 3) [38].

Z procesem certyfikacji wiążą się również ciągłe zmiany dokumentów odniesienia, które dotyczą samego wyrobu lub procesu certyfikacji. Od października 2020 obowiązuje IV Pakiet Kolejowy, co spowodowało konieczność implementacji nowych dokumentów prawnych między innymi takich jak dyrektywy [94], [95], czy też jedno ze zmieniających rozporządzeń [121], które stanowi zmianę do większości TSI i obowiązuje od 16 czerwca 2019 r. Natomiast nowe dyrektywy obowiązują od 1 listopada 2020 r. Wraz z wejściem IV pakietu kolejowego wprowadzono między innymi zmiany do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI). W TSI dedykowanej dla podsystemu sterowanie ujednolicone zostały procedury weryfikacji kompatybilności części przytorowej podsystemu z częścią pokładową. Testy kompatybilności są dodatkowym sprawdzeniem systemów ETCS i GSM-R, niezbędnym dla osiągnięcia zgodności technicznej urządzeń pokładowych z poszczególnymi wdrożeniami przytorowymi systemu. Wiąże się to również ze zwiększeniem poziomu bezpieczeństwa. Dla systemu ETCS są to testy ESC mające na celu wykazanie zgodności kompatybilności urządzeń pokładowych z częścią przytorową systemu ETCS. Dla systemu GSM-R są to testy RSC, które mają wykazać kompatybilności radia kabinowego lub EDOR z urządzeniami przytorowymi GSM-R. ERTMS (European Rail Traffic Management System), jako jednolity standard urządzeń bezpieczeństwa kontroli jazdy pociągu, jest podstawą wprowadzenia interoperacyjności. O testach ESC/RSC szerzej mówi publikacja [37].

Ciągłe zmiany przepisów prawnych skutkują koniecznością wprowadzenia zmian w realizowanych już projektach, procesach inwestycyjnych, co przekłada się na opóźnienie terminu realizacji prac, wzrost kosztów oraz pośpiech. Wszystkie takie zmiany wpływają negatywnie na poziom bezpieczeństwa realizowanych inwestycji, co również powinno być wzięte pod uwagę w ramach prowadzonych analiz ryzyka w procesach inwestycyjnych.

2.5. Uczestnicy kolejowych procesów inwestycyjnych

Analizując obecną sytuację w branży kolejowej można zauważyć kilka istotnych trendów. Przede wszystkim widoczny jest stały rozwój w transporcie kolejowym, o czym świadczy m.in. ilość i wielkość realizowanych inwestycji. Można również zauważyć wzrost liczby producentów systemów srk, co jest również związane z pojawieniem się nowoczesnych systemów sterowania ruchem. Dodatkowo na polskim rynku kolejowym pojawiają się również zagraniczne firmy, które oferują swoje produkty, jak i oferują wykonawstwo inwestycji. Mnogość realizowanych inwestycji jak i pojawienie się nowych firm na rynku powoduje wzrost liczby wykonawców, czyli pojawienie się wielu interesariuszy, co docelowo wiąże się ze zwiększonym poziomem ryzyka.

Do głównych interesariuszy, których można wyszczególnić w procesie inwestycyjnym obejmującym systemy sterowania ruchem kolejowym, należą:

- Zarządca infrastruktury / zamawiający;
- Projektant;
- Wykonawca inwestycji / Producenci systemów srk;
- Jednostka oceniająca.

W tabeli 2 opisane zostały główne role i odpowiedzialności poszczególnych interesariuszy w kolejowym procesie inwestycyjnym.

Każda z tych grup interesariuszy ma ściśle określone działania w procesie inwestycyjnym oraz każda z tych grup spotyka się z różnymi wyzwaniami na różnych etapach trwania inwestycji kolejowych. Stąd też przeprowadzona w pracy analiza została przeprowadzona w odniesieniu do poszczególnych grup interesariuszy.

Niektóre role i odpowiedzialności poszczególnych uczestników procesu inwestycyjnego definiuje sam zarządca w procedurach, które są związane z systemem zarządzania danego zarządcy np. w procedurze PKP PLK [68]. Dodatkowo role poszczególnych osób zaangażowanych w proces inwestycyjny opisane są między innymi w Ustawie o Transporcie Kolejowym [124] oraz Ustawie Prawo Budowlane [125].

Tabela 2. Wybrane role i odpowiedzialności interesariuszy procesu inwestycyjnego

Interesariusz	Role i odpowiedzialności
Zarządca infrastruktury / zamawiający	<ul style="list-style-type: none"> – Podmiot odpowiedzialny za zarządzanie infrastrukturą kolejową, jej eksploatację, utrzymanie, odnowienie lub udział w rozwoju tej infrastruktury, a w przypadku budowy nowej infrastruktury, podmiot, który przystąpił do jej budowy w charakterze inwestora; – Osoba fizyczna lub prawna albo jednostka, która posiada środki finansowe na zakup, budowę nowego lub modernizację istniejącego obiektu, organizuje proces jej powstawania, ma prawo do dysponowania nieruchomością na cele budowlane – Jest upoważniony do złożenia wniosku o wydanie pozwolenia na budowę – Jest odpowiedzialny za określenie wymagań dla danej inwestycji, odpowiada za przeprowadzenie procesu zamówień publicznych
Projektant	<ul style="list-style-type: none"> – Osoba o odpowiednim doświadczeniu i kwalifikacjach potwierdzonych stosownymi uprawnieniami, zajmuje się obsługą inwestycji w zakresie projektowania i sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych oraz sprawowania nadzoru inwestorskiego – Rolę projektanta w przypadkach większych inwestycji zazwyczaj pełnią wyspecjalizowane biura projektowe. – Projektant ma prawo do wstępu na budowę oraz dokonania wpisu do dziennika budowy uwag dotyczących jej realizacji a nawet wnioskować o wstrzymanie robót (w przypadku wykonania robót niezgodnie z projektem)
Wykonawca inwestycji	<ul style="list-style-type: none"> – Podmiot gospodarczy lub jego konsorcjum odpowiedzialny za wykonanie obiektu budowlanego lub robót budowlanych. – Posiadający wystarczającą kadrę o odpowiednich kwalifikacjach i doświadczeniu, dysponujący wymaganym oraz zorganizowany w sposób gwarantujący należyte wykonanie zleconych mu prac. – Wyłaniany zgodnie z trybem zamówień publicznych
Jednostka oceniająca	<ul style="list-style-type: none"> – Niezależna jednostka notyfikowana –NoBo (w przypadku oceny zgodności z prawem europejskim) lub jednostka wyznaczona - DeBo (w przypadku oceny zgodności z prawem krajowym) – Posiada stosowne akredytacje, które potwierdzają między innymi kompetencje danej jednostki – Bierze udział w procesie projektowania, zabudowy jak i w badaniach końcowych – Potwierdza spełnienie wymagań europejskich i/lub krajowych poprzez wystawienie stosownego certyfikatu

Źródło: opracowanie własne

3. Zagadnienie ryzyka w inwestycjach

3.1. Ryzyko i jego rodzaje

Termin ryzyko wywodzi się od włoskiego czasownika *risicare* i oznacza „mieć śmiałość” lub „odważyć się” [47]. Ryzyko jest stałym elementem występującym w każdym procesie podejmowania decyzji [8] i odnosi się najczęściej do problemu realizacji zadania. Zgodnie z prawem wspólnotowym ryzyko określono, jako łączny wynik skali zagrożenia i prawdopodobieństwa wystąpienia (częstotliwość występowania danego zagrożenia).

Pojęcie ryzyka jest ściśle powiązane z pojęciem bezpieczeństwa, które stanowi wymaganie zasadnicze w ocenie i procesie certyfikacji każdego składnika czy podsystemu zabudowanego na linii kolejowej. Wszystkie wymagania zasadnicze zostały sprecyzowane w załączniku do dyrektywy w sprawie interoperacyjności kolei [94]. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa w transporcie kolejowym w jednej z publikacji [62] zostały podzielone na dziesięć obszarów:

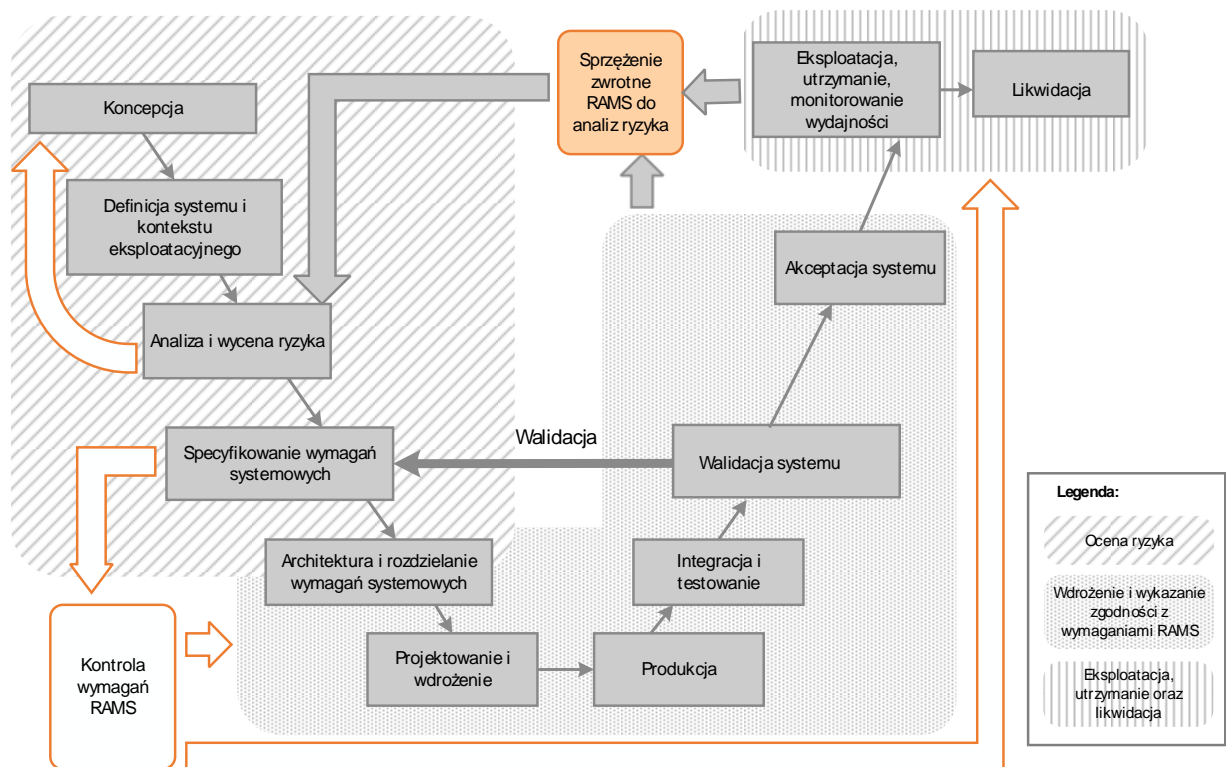
- bezpieczeństwo awarii,
- bezpieczeństwo konstrukcji,
- bezpieczeństwo elektryczne,
- zabezpieczenie przed dostępem i przed pożarem,
- wpływ sił od taboru na tor oraz współpraca koło-szyna,
- sterowanie ruchem kolejowym,
- wpływ systemu zasilania na urządzenia sterowania,
- przepisy ruchowe oraz kwalifikacje personelu,
- przeciwdziałanie panice,
- wsparcie informatyczne bezpieczeństwa transportu kolejowego.

Z reguły inwestycje bardziej ryzykowne mogą przynieść potencjalnie większy zwrot, co jest oczywistą zachętą dla potencjalnego inwestora. Przedsiębiorstwa w zależności od nastawienia do ryzyka, a także kalkulacji potencjalnych korzyści związanych z działalnością inwestycyjną decydują o podjęciu bądź odrzuceniu danego projektu inwestycyjnego. W związku z tym analiza ryzyka powinna stanowić istotną część rachunku efektywności inwestycji.

Kadra kierownicza podejmuje zarówno decyzje mające na celu odrzucenie lub akceptację konkretnego projektu inwestycyjnego, decyzje dotyczące wyboru wariantu inwestycyjnego spośród kilku projektów prowadzących do tego samego celu, jak i decyzje strategiczne

odnoszące się do wyboru grupy inwestycji. Decyzje o podjęciu bądź odrzuceniu przedsięwzięcia inwestycyjnego muszą opierać się na obiektywnych kryteriach. Nakłady inwestycyjne w porównaniu z przychodami są kryterium podstawowym, jednak niewystarczającym. Należy uwzględnić także inne aspekty takie jak czas trwania inwestycji, czynniki ekonomiczne, a zwłaszcza ryzyko, które jest wypadkową wszystkich czynników wpływających na wartość przedsięwzięcia. Odpowiednie decyzje inwestycyjne mogą być podjęte na podstawie rachunku efektywności, na który składają się metody oceny opłacalności inwestycji, wzbogacone o wieloaspektową analizę ryzyka.

Analiza ryzyka jest istotnym elementem projektowania, produkcji czy też eksploatacji urządzeń technicznych. Zapisy pojawiające się w niektórych normach dotyczących urządzeń i systemów srk, szczególnie związanych z bezpieczeństwem, nakładają wręcz na zespoły projektujące i producentów urządzeń obowiązek przeprowadzenia analizy ryzyka. Zgodnie z normą PN-EN 50126:2018-02 [110], w której pokazany jest cykl życia systemu (np. systemu srk), analiza ryzyka jest niezbędnym i istotnym elementem cyklu życia systemu (rysunek 16).



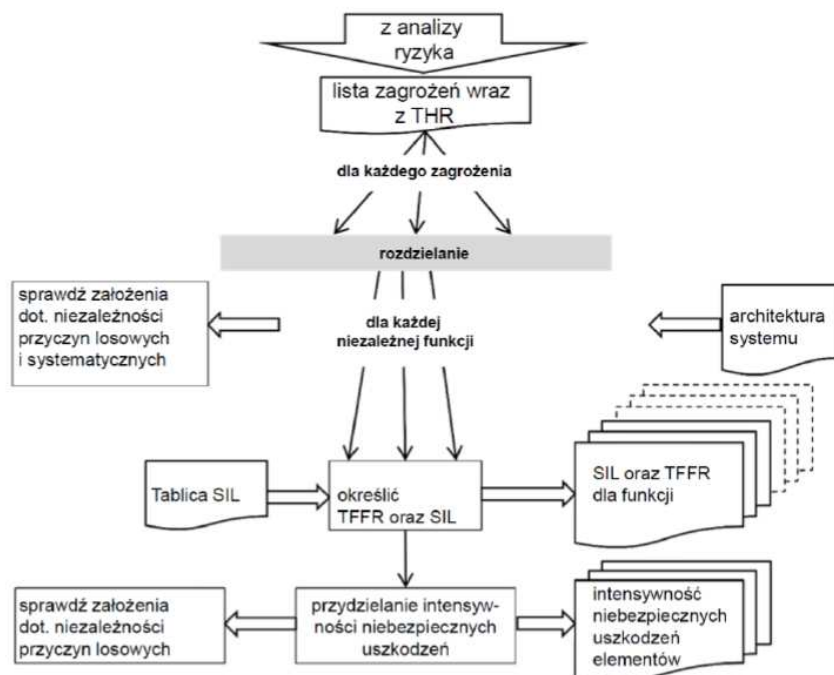
Rysunek 16. Cykl życia systemu zobrazony w postaci cyklu typu „V”

Źródło: opracowanie własne na podstawie [110]

Również w analizie bezpieczeństwa, która jest niezbędna do opracowania dowodu bezpieczeństwa, przeprowadzana zgodnie z normą PN-EN 50129:2019-01 [112], jednym z ważniejszych składników tej analizy jest analiza ryzyka. Analiza ryzyka i ryzyko są nierozdzielnie połączone z bezpieczeństwem systemu, dlatego też są jednym z istotnych elementów przy podejmowaniu decyzji o stosowaniu systemu.

Według prawa wspólnotowego bezpieczeństwo oznacza brak niedopuszczalnego ryzyka, czyli sytuację, w której częstotliwość występowania i skutki wszystkich zagrożeń uznaje się za akceptowalne. Obecnie zgodnie z prawem wspólnotowym, w celu osiągnięcia bezpieczeństwa konieczne jest zarządzanie bezpieczeństwem [95], obejmujące monitorowanie i nadzorowanie bezpieczeństwa, oparte na zarządzaniu ryzykiem.

W zakresie systemów sterowania ruchem kolejowym istotna jest kontrola zagrożeń, o czym mówi norma PN-EN 50129 [112]. Kontrola zagrożeń powinna wykazać zarządzania i wdrożenie wymaganych intensywności THR wraz ze związanymi z nimi funkcjami bezpieczeństwa. Założenia przyjęte w analizie zagrożeń powinny być sprawdzone, mogą one prowadzić do powstania warunków zastosowania związanych z bezpieczeństwem dla wdrożenia. Analiza zagrożeń składa się z dwóch kluczowych etapów: rozdzielanie intensywności THR w dół w celu określenia TFFR i SIL oraz rozdzielania intensywności niebezpiecznych uszkodzeń. Proces analizy zagrożeń przedstawia rysunek nr 17.



Rysunek 17. Przykład procesu analizy zagrożeń

Źródło: [112]

Bezpieczeństwo poszczególnych urządzeń srk określa się poprzez poziom SIL. Stopień nienaruszalności bezpieczeństwa dla funkcji związanej z bezpieczeństwem jest wyrażony, jako jeden z czterech dyskretnych poziomów nienaruszalności bezpieczeństwa (od SIL 1 do SIL 4) lub jako nienaruszalność podstawowa. SIL 4 ma najwyższy poziom nienaruszalności bezpieczeństwa, natomiast nienaruszalność podstawowa najniższy. W poniższej tabeli przedstawiono poziom SIL określony na podstawie intensywności TFFR.

Tabela 3. Tablica SIL w zależności od wielkości TFFR.

TFFR na godzinę i na funkcję	Poziom Nienaruszalności Bezpieczeństwa
$10^{-9} \leq \text{TFFR} < 10^{-8}$	4
$10^{-8} \leq \text{TFFR} < 10^{-7}$	3
$10^{-7} \leq \text{TFFR} < 10^{-6}$	2
$10^{-6} \leq \text{TFFR} < 10^{-5}$	1

Źródło: [112]

Powyższe wymagania związane z określeniem poziomu SIL dotyczą pojedynczych urządzeń lub systemów sterowania ruchem kolejowym, co ostatecznie też wpływa na bezpieczeństwo inwestycji jak i bezpieczeństwo ruchu kolejowego.

Wszystkie decyzje inwestycyjne oparte są na ocenie obecnych i przyszłych warunków ich realizacji. Podejmowane decyzje obciążone są mniejszym lub większym ryzykiem. Z tego względu dąży się do ograniczenia ryzyka inwestycyjnego, które związane jest z działaniami w kierunku:

- minimalizacji ewentualnych strat;
- maksymalizacji oczekiwanych dochodów;
- maksymalizacji stworzenia bezpiecznego systemu.

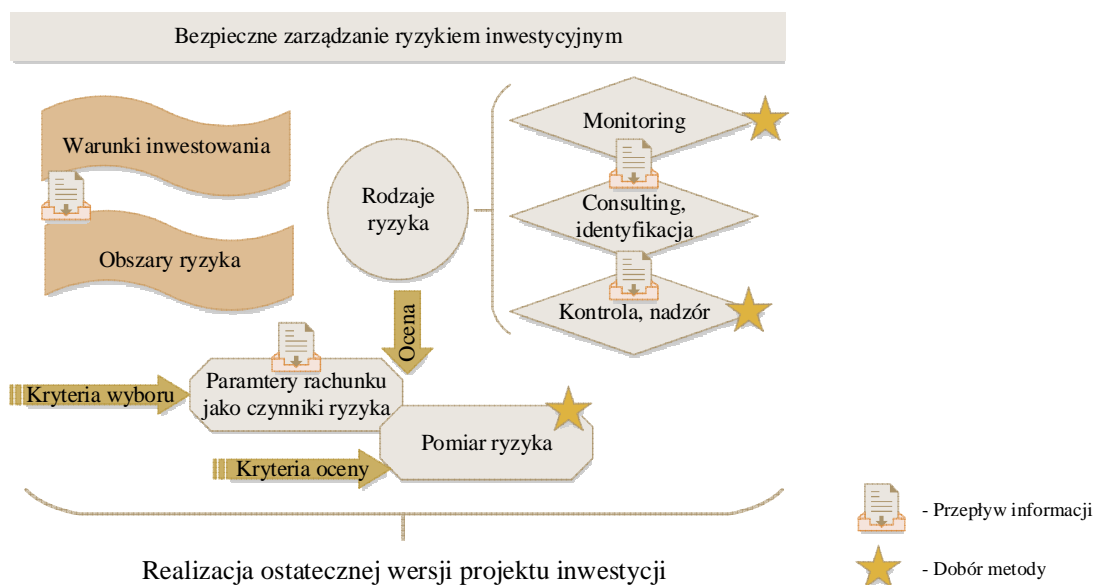
Wyznacznikiem ryzyka jest możliwość wystąpienia straty lub zysku różnych od wielkości oczekiwanych przez inwestora. Ryzyko występuje również w sytuacji, gdy informacje są niewystarczające, są niepełne oraz niespójne, ale pozwalają na oszacowanie prawdopodobieństw powstania określonych zjawisk związanych z projektem inwestycyjnym.

Inwestorzy podejmują decyzje inwestycyjne w warunkach, które można podzielić na [10]:

- warunki pewności dotyczące realizacji samego projektu inwestycyjnego, oraz powodzenia globalnej strategii przedsiębiorstwa na rynku;

- warunki niepewności określające brak podstaw do określania szans lub zagrożeń w osiągnięciu oczekiwanych dochodów z realizacji projektu inwestycyjnego;
- warunki ryzyka określone możliwościami ustalenia oczekiwanych dochodów z inwestycji. Wyznacznikiem tych warunków jest skłonność inwestora do podejmowania ryzyka i gotowość do jego pomiaru przy założeniu dostępności do informacji.

Wszystkie decyzje inwestycyjne muszą być poprzedzone wstępną analizą czynników i źródeł ryzyka, a także określeniem możliwości pomiaru ryzyka przy uwzględnieniu jego rodzajów. Na rysunku 18 przedstawiono schemat zarządzania ryzykiem inwestycyjnym z uwzględnieniem etapów, na których istotny jest dobór metody analizy ryzyka jak i przepływ informacji.



Rysunek 18. Schemat zarządzania ryzykiem inwestycyjnym

Źródło: opracowanie własne

Zgodnie z rysunkiem 18 zarządzanie ryzykiem opiera się w dużym stopniu na monitorowaniu i kontroli danego ryzyka oraz na ocenie ryzyka. Sam wynik analizy ryzyka i jego ocena zależy od zastosowanej metody. Obecnie nie ma niezawodnej metody analizy ryzyka, natomiast są metody, które są stosowane ze względu na brak dedykowanych metod analizy ryzyka w procesach inwestycyjnych obejmujących branżę sterowania ruchem kolejowym.

W kolejnym rozdziale przedstawione zostały metody analizy ryzyka, z którymi obecnie najczęściej można się spotkać.

3.2. Metody analizy ryzyka

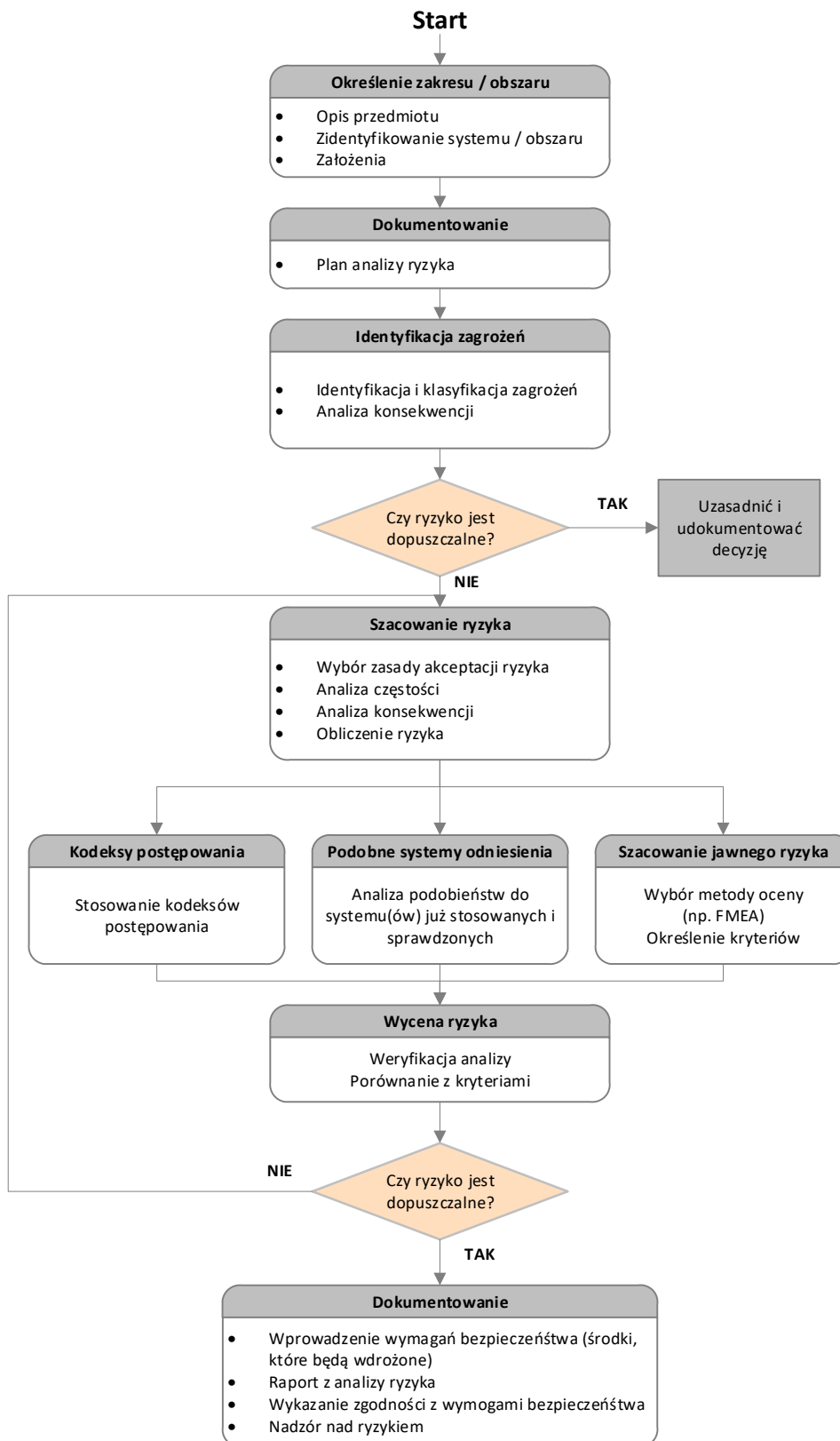
3.2.1 Proces zarządzania ryzykiem

W ostatnim czasie coraz więcej uwagi przywiązuje się do ryzyka oraz oceny poziomu bezpieczeństwa. W transporcie kolejowym jest wiele dokumentów, które mówią o konieczności analizowania i monitorowania ryzyka, natomiast dokumenty te nie precyzują sposobu postępowania oraz nie definiują metod, które należy użyć do analizy danego ryzyka. W procesach inwestycyjnych również należy analizować ryzyko i to na każdym etapie realizacji inwestycji. Obecnie większość osób wyraża niechęć związaną z koniecznością przeprowadzenia analizy ryzyka, co wiąże się między innymi z brakiem wiedzy na temat tego jak taką analizę przeprowadzić. Dodatkowo proces ten jest uważany za zbędny i czasochłonny. Warunkiem pozbycia się niechęci do ryzyka lub neutralności wobec niego jest wszechstronna znajomość rodzajów i metod oceny ryzyka, a także umiejętności stosowania tych metod do procesach inwestycyjnych. Według normy PN-IEC 60300-3-9 [113] analiza ryzyka powinna zostać przeprowadzona w następujących etapach:

- określenie zakresu,
- identyfikacja zagrożeń i wstępne wyznaczenie konsekwencji,
- oszacowanie ryzyka (skutków i częstotliwości),
- weryfikacja,
- dokumentowanie,
- uaktualnienie analizy.

Na rysunku 19 przedstawiono proces zarządzania ryzykiem w oparciu o wymagania rozporządzenia 402/2013 [123]. Według rozporządzenia [123] w celu szacowania ryzyka można wybrać jedną z trzech metod: kodeksy postępowania, podobne systemy odniesienia lub szacowanie jawnego ryzyka. Aby kodeks postępowania można było wykorzystać przy ocenie ryzyka musi on spełniać przynajmniej następujące wymagania:

- jest powszechnie uznany w branży kolejowej; w przeciwnym razie kodeks postępowania należy uzasadnić i powinien on być akceptowalny dla jednostki oceniającej;
- jest stosowany z punktu widzenia nadzoru nad rozważanymi zagrożeniami występującymi w ocenianym systemie;
- jest publicznie dostępny dla wszystkich podmiotów, które chcą z nich korzystać.



Rysunek 19. Proces zarządzania ryzykiem

Źródło: opracowanie własne na podstawie [113], [123]

Natomiast w celu skorzystania z systemu odniesienia przy ocenie ryzyka wnioskodawca/producent sprawdza czy zagrożenia są uwzględnione w podobnym systemie, który można wykorzystać, jako system odniesienia. System odniesienia musi spełniać przynajmniej następujące wymagania [73]:

- sprawdził się już w praktyce, jako system o dopuszczalnym poziomie bezpieczeństwa i teraz również spełniłby warunki wymagane do jego zatwierdzenia w państwie członkowskim;
- ma podobne funkcje i interfejsy jak oceniany system;
- jest eksploatowany w podobnych warunkach eksploatacji jak oceniany system;
- jest eksploatowany w podobnych warunkach środowiskowych jak oceniany system.

W przypadku, gdy dwie opisane zasady akceptacji ryzyka nie mają zastosowania, dopuszczalność ryzyka jest udowadniania za pomocą szacowania i oceny jawnego ryzyka. Ryzyka wynikające z tych zagrożeń powinny być szacowane jakościowo lub ilościowo, z uwzględnieniem istniejących środków bezpieczeństwa. Szacowanie i ocena jawnego ryzyka spełniają, co najmniej następujące wymogi:

- metody stosowane do celów szacowania jawnego ryzyka są prawidłowo dobrane do ocenianego systemu i jego parametrów (w tym wszystkich trybów pracy);
- wyniki są dostatecznie dokładne, aby mogły służyć, jako wiarygodne uzasadnienie decyzji.

Obecnie możemy się spotkać z zastosowaniem różnych metod analizy i oceny ryzyka. Wybór metody zależy często od tego, na jakim etapie inwestycji przeprowadzana jest ocena lub od tego, jakiego systemu ma dotyczyć dana analiza ryzyka. Zazwyczaj możemy się spotkać

z zastosowaniem następujących metod analizy ryzyka:

- analiza drzewa zdarzeń (ETA);
- analiza rodzajów i skutków niezdatności (FMEA);
- analiza drzewa niezdatności (FTA);
- badania zagrożeń i gotowości operacyjnej (HAZOP);
- analiza niezawodności człowieka;
- listy kontrolne;
- modele następstw;
- metoda delficka;
- symulacja Monte-Carlo i inne metody symulacyjne;

- przegląd danych w retrospekcji.

Dla każdej z inwestycji należałoby dobrać odpowiednią metodę analizy ryzyka, która w najlepszy sposób opisywałaby występujące ryzyko. Dobór metody analizy ryzyka zależy od wielu różnorodnych czynników charakteryzujących inwestora, a także specyfiki samej inwestycji. Decydenci mają indywidualną skłonność do podejmowania ryzyka, określoną wiedzę, umiejętności, doświadczenie, co wpływa na sposób, w jakiej oceniane i analizowane jest ryzyko. Na dobór odpowiedniej metody wpływa między innymi dostępność informacji, zakres ryzyka, szacowanie jego poziomu oraz prawdopodobieństwo zdarzeń. Do tego dochodzą warunki, w jakich decyzja inwestycyjna została podjęta, świadomość decydenta o poziomie pracochłonności i kosztowności zastosowanych metod [56].

Wykorzystując, jako kryterium klasyfikacji odpowiednią technikę analizy ryzyka, wyróżnia się [72]:

- metodę korygowania efektywności, polegającą na dokonywaniu korekt poprzez uwzględnienie narzutów procentowych wybranych parametrów i zmiennych, wykorzystujących w ocenie opłacalności projektów inwestycyjnych;
- metodę analizy wrażliwości, polegającą na zmianach różnych wybranych parametrów i zmiennych wykorzystywanych w metodach oceny opłacalności, analizie ich wpływu na opłacalność projektów oraz wyznaczeniu wartości krytycznych i marginesów bezpieczeństwa określających poziom opłacalności;
- metody probabilistyczno-statystyczne, w których do analizy ryzyka wykorzystuje się rachunek prawdopodobieństwa i statystykę matematyczną;
- metody symulacyjne (analiza Monte Carlo), które dają możliwość zbadania wpływu wielu zmiennych na opłacalność projektów i możliwość symulacji poziomu ryzyka.

Ze względu na sposób ujmowania ryzyka w procesie decyzyjnym metody analizy ryzyka można podzielić następująco:

- metody bezpośrednie, w których ryzyko ujmowane jest bezpośrednio w kryterium decyzyjnym związanym z określoną metodą oceny opłacalności. Metody bezpośrednio uwzględniające ryzyko nie są oddzielnym kryterium decyzyjnym;
- metody pośrednie, które umożliwiają pozyskanie dodatkowych informacji o poziomie ryzyka projektu inwestycyjnego. Informacja ta pozwala zmniejszyć stan niepewności.

Metody te nie są jednym z elementów kryterium decyzyjnego opartego na danej metodzie oceny opłacalności projektu inwestycyjnego. Są oddzielnym, odrębnym elementem uwzględnianym w procesie decyzyjnym.

Techniki analizy ryzyka można podzielić również ze względu na ryzyko aktywne oraz pasywne. Ryzyko pasywne występuje, gdy niewielkie, obarczone niepewnością wahania parametrów zarówno pozytywne jak i negatywne nie wywołują reakcji firmy. Natomiast o ryzyku aktywnym mówimy, gdy firma zareaguje, ponieważ odchylenia od wartości parametrów będą wyższe od zakładanych. Przy ryzyku aktywnym firma może podjąć kroki zmierzające do poprawy sytuacji lub ograniczenia strat. Uwzględniając ten podział ryzyka można wyróżnić aktywne i pasywne metody analizy ryzyka [86]. Metody analizy ryzyka pasywnego: analiza wrażliwości, analiza scenariuszy (jakościowa), metody probabilistyczno-statystyczne, symulacyjna metoda Monte Carlo. Każda metoda analizy ryzyka ma swoje wady i zalety. Tabela 4 przedstawia wady i zalety wybranych metod analizy ryzyka.

Tabela 4. Wady i zalety wybranych metod analizy ryzyka.

Lp.	Metoda analizy ryzyka	Zalety	Wady
1.	Analiza ekspercka	<ul style="list-style-type: none"> – wybór właściwego specjalisty z danej dziedziny umożliwia opracowanie pełnego obrazu ryzyka – przy wysokim doświadczeniu eksperta pozyskanie danych może trwać krótki okres czasu – do przeprowadzenia ankiety nie potrzeba rozbudowanej infrastruktury – metoda stosunkowo prosta w realizacji 	<ul style="list-style-type: none"> – ekspert może nie posiadać pełnej wiedzy w danym zakresie – subiektywna ocena eksperta niedająca czasami poglądu na sytuację – trudność oceny ankiet przy wystąpieniu różnic o ocenach ekspertów – ograniczone chęci eksperta (zatajanie faktów) do dzielenia się informacjami – długi okres zbierania informacji przy braku doświadczenia ankietującego
2.	Analiza drzewa zdarzeń ETA	<ul style="list-style-type: none"> – pomaga zorientować się w całym zakresie ryzyka i zrozumieć sytuację, której ryzyko dotyczy. – ilościowo drzewa zdarzeń i drzewa błędów pomagają w wyznaczeniu prawdopodobieństw pewnych ciągów zdarzeń lub zdarzeń pojedynczych 	
3.	Analiza rodzajów i skutków niezdatności FMEA	<ul style="list-style-type: none"> – ocenia ryzyko (problem) pod kątem prawdopodobieństwa wystąpienia, możliwości jego niewykrucia oraz wpływu na przebieg prac – przy wysokim doświadczeniu eksperta pozyskanie danych może trwać krótki okres czasu 	<ul style="list-style-type: none"> – konieczność zaangażowania osób o dużej wiedzy na temat danego systemu – metoda ta wymaga pracy zespołu doświadczonych osób oraz jest pracochłonna
4.	Analiza drzewa niezdatności FTA	<p>Jest to metoda dedukcyjna, która zmierza do identyfikacji i analizy czynników wywołujących zdarzenia niepożądane. Metoda FTA składa się z kilku charakterystycznych etapów:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – wymaga większej wiedzy wśród osób przeprowadzających analizę – nie daje jednoznacznego wyniku

Lp.	Metoda analizy ryzyka	Zalety	Wady
		identyfikacja zdarzenia szczytowego, identyfikacja zdarzeń pośrednich (zdarzeń zagrażających), ustalenie struktury drzewa, w której dokonuje się powiązania zdarzeń pośrednich logicznymi bramkami wyboru, wyselekcjonowanie zdarzeń podstawowych (elementarnych) jako źródłowych dla zdarzenia szczytowego	
5.	Metoda delficka	<ul style="list-style-type: none"> – niezależność opinii – anonimowość opinii oraz ekspertów – unikanie dominujących osobowości – kontrolowane sprzężenie zwrotne – zdalna, asynchroniczna, grupowa komunikacja – statystyczne opracowanie wyników – wieloetapowość – uzgadnianie i sumowanie opinii kompetentnych osób 	<ul style="list-style-type: none"> – charakteryzuje się dominacją jednej lub kilku indywidualności, dużą presją grupy na uczestników, brakiem odpowiedzialności uczestników oraz niechęcią do publicznej zmiany zajętego wcześniej stanowiska – wolna i kosztowna – ograniczona do jednego tematu – założenie, że zgodność opinii jest równoznaczna z ich prawdziwością i trafnością – trudności w doborze grupy ekspertów – konieczność zaangażowania dużej liczby osób opracowujących ankietę i odpowiedzi – brak bezpośredniej wymiany poglądów – wykorzystanie tylko do prognoz długookresowych, co utrudnia weryfikację
6.	Symulacja Monte-Carlo	<ul style="list-style-type: none"> – możliwość rozwiązania trudnych problemów – prosta forma zastąpienia rozwiązań analitycznych – rosnąca moc obliczeniowa komputerów – uwalniają użytkownika od skomplikowanej teorii i wzorów, pozwalając skupić się na istocie pytania, na które statystyka ma odpowiedzieć 	<ul style="list-style-type: none"> – eksperymenty dla jednak skończonej liczby prób – wyniki zawsze będą przybliżeniem – wyniki zależą od jakości generatora liczb pseudolosowych
7.	Przegląd danych w retrospekcji	<ul style="list-style-type: none"> – pozwala uczyć się na własnych błędach – metoda łatwa i niewymagająca dodatkowych narzędzi – umożliwia ciągłe doskonalenie 	<ul style="list-style-type: none"> – konieczność zaangażowania osób doświadczonych – wykorzystanie tylko do prognoz długookresowych, co utrudnia weryfikację – subiektywna ocena eksperta niedająca czasami poglądu na sytuację – brak dokładności

Lp.	Metoda analizy ryzyka	Zalety	Wady
8.	Ocena wielokryterialna	<ul style="list-style-type: none"> – wynikiem jest jednoznaczna ocena – możliwość doboru różnych kryteriów – Istnieje możliwość znalezienia jednego, konkretnego – rozwiązania, ale wymaga to wówczas parametryzacji – wszystkich stosowanych kryteriów 	<ul style="list-style-type: none"> – trudności w doborze grupy ekspertów – brak danych do oceny – trudność i subiektywizm w normalizacji i szacowaniu wag poszczególnych kryteriów, co w przypadku wielu kryteriów, a do tego często trudno porównywalnych, prowadzi do uzyskania subiektywnego rozwiązania, bez możliwości porównania go do innych rozwiązań „leżących w pobliżu”, ale wyznaczonych na podstawie nieco innych wag kryteriów.

Źródło: opracowanie własne.

Każda z metod analizy ryzyka jest możliwa do zastosowania, ale nie wszystkie metody są odpowiednie dla każdego etapu inwestycji czy też dla każdego analizowanego systemu. Tabela 5 przedstawia stosowalność wybranych metod analizy ryzyka.

Tabela 5. Wybrane metody analizy ryzyka oraz ich stosowalność

Nazwa metody:	Ocena na etapie projektu	Ocena na etapie zabudowy	Ocena w okresie eksploatacji	Ocena czynników ludzkich	Ocena niezawodności urządzeń	Identyfikowanie ryzyka	Konsekwencje ryzyka	Poziom ryzyka
Analiza drzewa zdarzeń ETA	+	+	+	--	+	++	+	+
Analiza FMEA	++	+	+	+	--	++	+	+
Analiza HAZOP	+	+	+	--	--	++	+	--
Analiza drzewa niezdatności FTA	--	--	+	--	+	--	++	+
Metoda delficka	+	+	+	--	--	++	+	+
Symulacja Monte-Carlo	+	+	+	--	+	+	--	++
Przegląd danych w retrospekcji	+	+	+	+	+	++	+	+
Analiza RAMS	--	--	--	--	+	++	--	+
Ocena wielokryterialna	+	+	+	--	--	++	--	+

Legenda: (++) zdecydowanie dotyczy; (+) dotyczy, (--) nie dotyczy.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [39], [79]

Żadna z powyższych metod nie jest dedykowana do analizy ryzyka w kolejowych procesach inwestycyjnych, a tym bardziej nie obejmuje specyfiki branży sterowania ruchem kolejowym.

3.2.2 Jakościowa ocena ryzyka

Oceniając ryzyko można zastosować analizę jakościową bądź też analizę ilościową. Można również te metody połączyć ze sobą. Analiza ilościowa ryzyka pozwala na ocenę wpływu zidentyfikowanych ryzyk na cele danej inwestycji. Skutek ryzyka jest odniesiony do aspektów czasu realizacji, kosztów, oraz zakresu i jakości. Ponieważ trudno zakres i jakość przedstawić w postaci mierzalnych wskaźników, najczęściej występuje metoda oceny w odniesieniu do czasu i kosztów realizacji inwestycji.

Analiza ryzyka z wykorzystaniem metod jakościowych opiera się głównie na dobrych praktykach i doświadczeniu. W tym podejściu korzysta się ze zdefiniowanych już wcześniej zakresów wartości oraz z miar opisowych takich jak np.: niskie, średnie, wysokie wraz z opracowaniem rankingu zagrożeń. Metoda jakościowa wykorzystuje subiektywne miary i oceny takie jak wartości opisowe poziomów, zakresy wartości miar liczbowych oraz przyporządkowania miar podatnościom, zagrożeniom, skutkom itp.

W analizie jakościowej ryzyko i potencjalne skutki jego wystąpienia są prezentowane w opisowy sposób. Do uzyskania konkretnych wartości stosuje się metody ankietowe na podstawie odpowiednio przygotowanych kwestionariuszy. Korzyści z zastosowania metody to m.in.:

- brak konieczności wyceny informacji (jej dostępności, poufności, integralności);
- brak konieczności ilościowego określenia skutków i częstotliwości wystąpienia zagrożeń;
- brak konieczności szacowania kosztów rekomendowanych sposobów postępowania z ryzykiem i wyliczania potencjalny zysków/strat;
- wskazanie ogólnych obszarów ryzyka, na które konieczne jest zwrócenie uwagi;
- możliwość rozpatrywania i uwzględnienia przy szacowaniu takich aspektów, jak np. wizerunek firmy, kultura organizacyjna itp.;
- możliwość zastosowania przy braku konkretnych informacji i danych ilościowych lub zasobów, które mogłyby być potrzebne przy metodach ilościowych.

W pracy zastosowano metodę jakościową analizy ryzyka, w której określone zostaną wartości pilności (P) wprowadzenia działań niwelujących ryzyko, trudności (T) wprowadzenia tych działań oraz wielkości (W) skutków w przypadku realizacji zagrożenia. W zaproponowanej metodzie wpływ ryzyka na koszty inwestycji nie jest brany pod uwagę, ponieważ koszty są uzależnione od wielu czynników, przede wszystkim od zakresu prac, co jest trudne do przedstawienia w postaci mierzalnych wskaźników.

3.2.3 Karty kontrolne

Do statystycznych metod zaliczane są również tzw. karty kontrolne. Lista sprawdzająca, lista kontrolna lub tzw. check-lista, (*ang. checklist*) jest prostym narzędziem umożliwiającym kontrolę poprawności danego przedsięwzięcia. Karty kontrolne są to podstawowe i najwcześniejsze historycznie narzędzia statystycznego sterowania procesami. Pomysł karty kontrolnej zawdzięczamy Shewhartowi, a pierwsze praktyczne zastosowanie tego pomysłu nastąpiło w 1924 roku [80]. Narzędzie to składa się z serii pytań lub zagadnień dotyczących projektu lub jego środowiska. Zaleca się, aby lista kontrolna powstała jeszcze w fazie planowania, żeby w sytuacji, gdy projekt znajdzie się w etapie realizacji, możliwa była kontrola przebiegu oraz kontrola końcowa [11].

Skuteczność metody zależy od złożoności listy kontrolnej, im dokładniejsze i bardziej szczegółowe zagadnienia znajdują się na liście, tym większa będzie skuteczność listy, jako całości. Ale jednocześnie przy bardzo szczegółowej liście kontrolnej można zgubić obraz całości. Można również pracować na mniejszych listach kontrolnych pozwalających na sprawdzenie każdego etapu projektu z osobna, co jest bardziej efektywne, niestety kosztem wydłużenia czasu przeznaczonego na kontrolę. W zależności od poziomu szacowania oddziaływania oraz etapu kontroli rozróżnia się trzy typy list kontrolnych:

- listy opisowe bez oszacowania,
- skalowane,
- ważone i skalowane.

Metodyka badań i wypracowania list kontrolnych polegała na:

- analizie obecnego stanu wiedzy oraz przeglądzie istniejącej literatury i stosownych wytycznych odnośnie przedmiotu badań,
- metody list kontrolnych stosowanych w opracowaniach środowiskowych,

- przeglądzie badań i materiałów dotyczących metody list kontrolnych stosowanych w procesach inwestycyjnych,
- analizie zastosowanych rozwiązań oraz zastosowanych kryteriów przy wykorzystaniu metod list kontrolnych na różnych etapach procesu inwestycyjnego,
- wypracowaniu własnych wzorców list kontrolnych na podstawie powyższych wyników badań,
- testowaniu list kontrolnych w praktyce, przez specjalistów,
- weryfikacji wypracowanych list kontrolnych na podstawie zrealizowanych raportów.

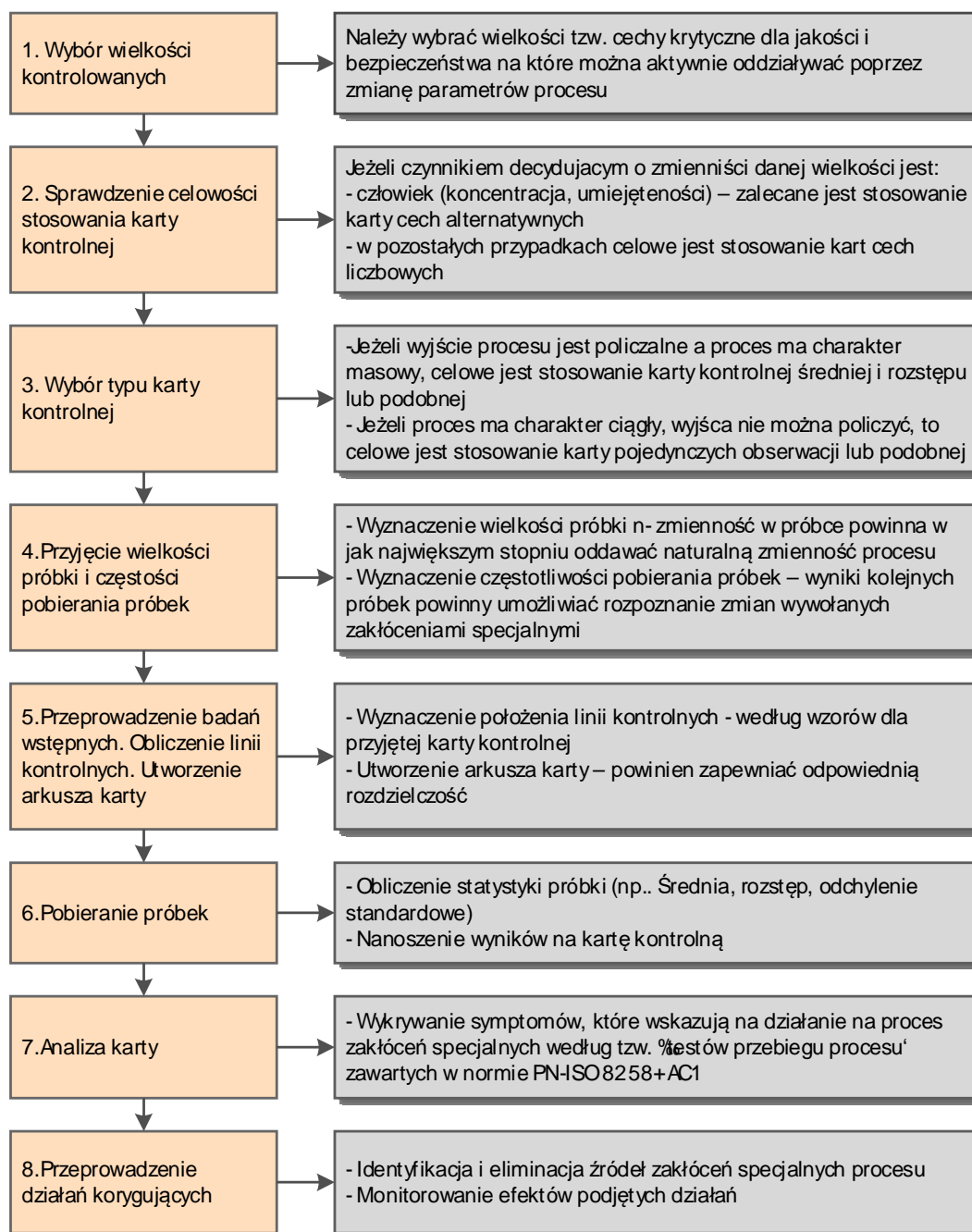
Wyróżniamy dwie grupy kart kontrolnych Shewharta [80]:

- 1) Karty kontrolne dla cech mierzalnych (liczbowa ocena właściwości)
 - karta wartości średniej (\bar{X} -średnie) i rozstępu (R) - karta (\bar{X} - R),
 - karta wartości średniej (\bar{X} -średnie) i odchylenia standardowego (s) - karta (\bar{X} - s),
 - karta mediany (Me) i rozstępu (R) - karta (Me-R),
 - karta sum skumulowanych,
 - karta średniej ruchomej.
- 2) Karty kontrolne dla cech ocenianych alternatywnie (niemierzalne)
 - karta frakcji jednostek niezgodnych (p),
 - karta liczby jednostek niezgodnych (np),
 - karta liczby niezgodności (c),
 - karta liczby niezgodności na jednostkę (u).

Każdą z tych typów kart stosuje się w dwóch różnych sytuacjach:

- bez zadanych wartości normatywnych,
- z zadanymi wartościami normatywnymi (określone wymagania, wartości docelowe).

Ogólny schemat wdrożenia, kontroli i sterowania procesem przy zastosowaniu kart kontrolnych przedstawiony został na rysunku 20.

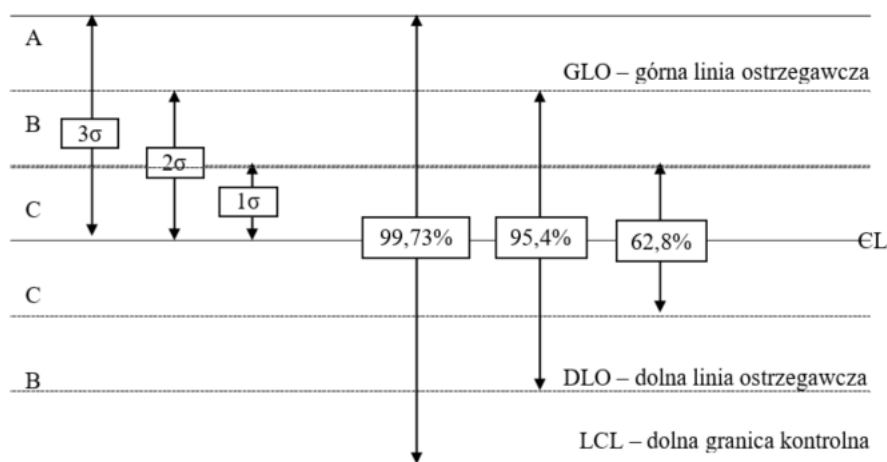


Rysunek 20. Ogólny schemat wdrożenia, kontroli oraz sterowania procesem przy wykorzystaniu kart kontrolnych Shewharta.

Źródło: opracowanie na podstawie [19], [9]

Na karcie kontrolnej sprawdza się, czy nie występują któreś z ośmiu przebiegów opisanych w Polskiej Normie PN-ISO 8258 [114]. Przy stosowaniu takiej procedury dzieli się obszar pomiędzy granicami kontrolnymi na sześć „pasów”, każdy o szerokości 1σ .

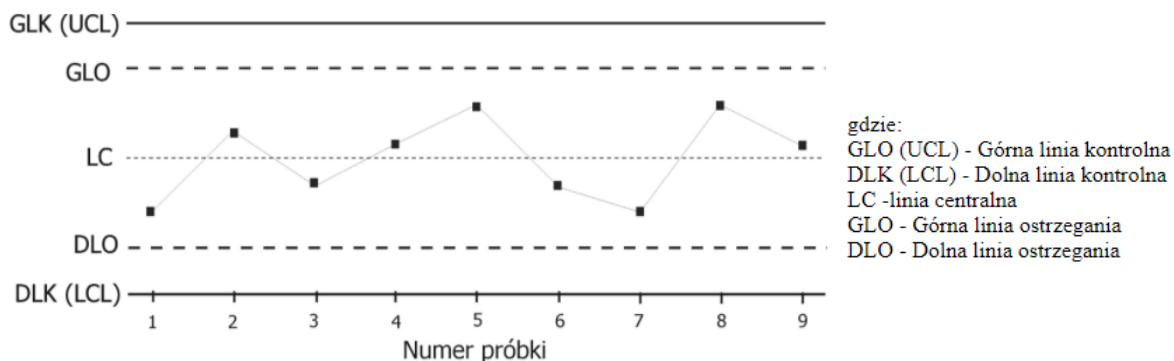
Jak wynika z właściwości rozkładu normalnego, większość wykreślonych punktów (około 68% zebranych wyników) powinno znajdować się w strefach C. Układ stref został przedstawiony na rysunku nr 21.



Rysunek 21. Strefy pomiędzy granicami kontrolnymi

Źródło: opracowanie na podstawie [114],

Przekroczenie linii krytycznych przez dany punkt pomiarowy informuje o niebezpieczeństwie rozregulowania procesu inwestycyjnego (rysunek 22).



Rysunek 22. Przykładowe wyniki karty kontrolnej Shewharta

Źródło: opracowano na podstawie [80]

W pracy zastosowano karty kontrolne mediany (Me), w których oblicza się średnią medianę z podzbiorów oraz średnią rozstępów. Granice kontrolne danego procesu obliczane są w następujący sposób:

$$UCL_{Me} = \overline{Me} + A_4\overline{R} \quad (1)$$

$$LCL_{Me} = \overline{Me} - A_4\overline{R} \quad (2)$$

gdzie:

UCL_{Me} - górna granica kontrolna;

LCL_{Me} - dolna granica kontrolna;

Me – wartość mediany podzbioru. W przypadku zbioru n liczb $X_1, X_2, \dots, X_n, X = \{X_i; i=1, \dots, n\}$ uporządkowanych w kolejności rosnącej lub malejącej, mediana jest liczbą środkową liczby n , gdy n jest liczbą nieparzystą, albo średnią arytmetyczną dwóch liczb środkowych, gdy n jest liczbą parzystą;

R – rozstęp z podzbioru: różnica między największą i najmniejszą wartością obserwacji w podziorze;

\overline{Me} – wartość średnia z median podzbiorów (obszarów ryzyka);

\bar{R} – wartość średnia rozstępów R ze wszystkich podzbiorów;

A_4 – wartość stała podana w tabeli nr 6.

Tabela 6. Wartości stałe A_4 dla n (liczność podzbioru)

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A_4	1,88	1,19	0,80	0,69	0,55	0,51	0,43	0,41	0,36

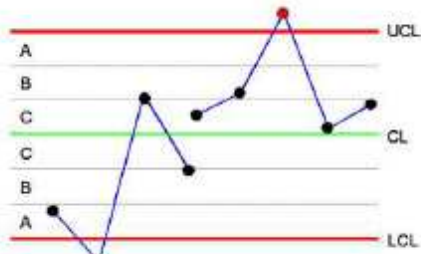
Źródło: [114]

Za pomocą karty kontrolnej będziemy mogli rozstrzygnąć, czy stwierdzone w danym momencie odchylenie od zadanej normy można traktować, jako losowe, czy też jest to odchylenie specjalne, którego nie można wyjaśnić działaniem przyczyn losowych. Jeśli karta kontrolna wykryje specjalne odchylenie od zadanej normy, to następuje emisja sygnału o rozregulowaniu procesu. Jest to pierwszy krok w cyklu działań zmierzających do wykrycia i wyeliminowania rzeczywistej przyczyny rozregulowania procesu. Niebezpieczeństwo rozregulowania procesu jest sygnalizowane pojawieniem się na karcie kontrolnej pewnych symptomów:

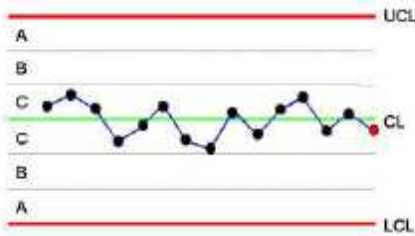
- punkty poza liniami kontrolnymi,
- specyficznymi sekwencjami następujących po sobie punktów.

Na rysunku 23 przedstawiono rozłożenia punktów przy zastosowaniu kart kontrolnych, które mogą świadczyć o tym, że dany proces jest rozregulowany. Przedstawione układy wyników pozwalają już na wczesnym etapie zauważyć, że coś w danym procesie zaczyna się dziać niepożądanego. Aby przeanalizować dany proces można wykreślić wyniki kart kontrolnych i sprawdzić, czy położenie punktów odpowiadających danym nie wypadają poza granicami kontrolnymi. Na podstawie otrzymanych wyników (kształtu sporządzonych wykresów) należy stwierdzić, czy istnieją podstawy do uznania monitorowanego procesu

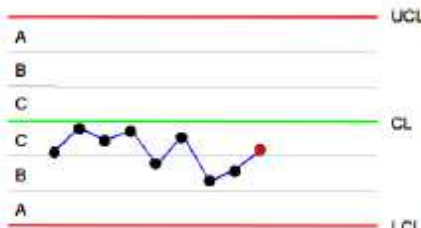
za rozregulowany. Jeżeli nie, to oznacza, że dany proces jest uregulowany i przebiega prawidłowo.



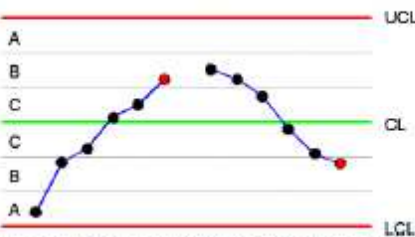
Jeden punkt znajduje się ponad linią UCL lub poniżej LCL. Może to być przypadek ale nieskoniecznie. Może to być też wpływ przyczyny w postaci np. zużycia się narzędzia.



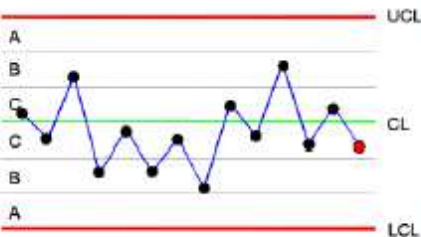
Piętnaście kolejnych punktów w strefie C powyżej lub poniżej linii centralnej. Wskazuje to na oddziaływanie czynnika, który powoduje, że rozkład średnich \bar{x} nie jest rozkładem normalnym.



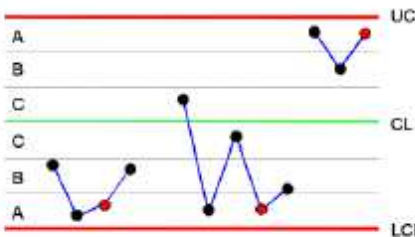
Dziesięć kolejnych punktów w strefie C lub poza nią po tej samej stronie linii centralnej. Wskazuje to na systematyczne odchylenie parametrów procesu ponad lub poniżej wartości przeciętnej.



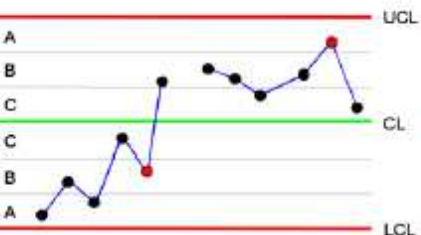
Sześć kolejnych punktów ułożonych w trend rosnący lub malejący. Wskazuje to na wpływ przyczyny powodującej kumulujące się pogarszanie parametrów procesu.



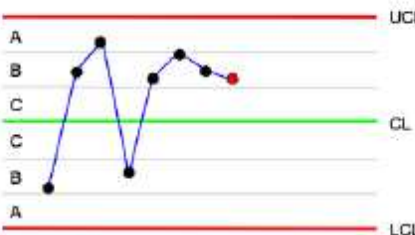
Czternaście punktów po kolei przemiennie rosnących i malejących. Wskazuje to na pojawienie się przyczyny wywołującej okresowość parametrów procesu.



Dwa z trzech kolejnych punktów w strefie A lub poza nią. Parametry procesu „weszły” w strefę ostrzegania, a proces nie ma tendencji do samoregulacji (trwałego „wyjścia” parametrów poza strefę ostrzegania).



Cztery z pięciu kolejnych punktów w strefie B lub poza. Wskazuje to na działanie trwałej przyczyny powodującej jednokierunkowe odchylenie się parametrów procesu od wartości przeciętnej.



Ośmiu kolejnych punktów po obu stronach linii centralnej lecz żaden w strefie C. Wskazuje to na działanie trwałej przyczyny powodującej silne, „dwukierunkowe” odchylenie się parametrów procesu od wartości przeciętnej.

Rysunek 23. Wzory świadczące o rozregulowaniu procesu.

Źródło: [114], [7]

3.3. Ryzyko związane z pracą ludzką

Ostatnio temat bezpieczeństwa jest coraz częściej poruszany w dziedzinie kolejnictwa, jak również w dziedzinie całego transportu i nie tylko. Analizując pojęcie bezpieczeństwa w odniesieniu do kolejnictwa w Polsce zazwyczaj rozumiemy to, jako bezpieczne systemy sterowania ruchem, które minimalizują, a nawet wykluczają możliwość wypadków na danych liniach. Oczywiście wszystkie urządzenia stosowane przy budowie nowych linii bądź modernizacji istniejących linii kolejowych muszą spełniać wymagania bezpieczeństwa. Analizując rozporządzenia oraz inne wymagania związane z bezpieczeństwem autor zauważył, że nigdzie nie został poruszony czynnik ludzki, który w dużym stopniu wpływa na poziom bezpieczeństwa. Bezpieczeństwo jest uzależnione od ludzi, pracowników instalujących systemu, pracowników biurowych, którzy tworzą zapisy dot. przetargów itd.

Czynniki, które zazwyczaj są pomijane, a również w dużym stopniu wpływają na bezpieczeństwo to:

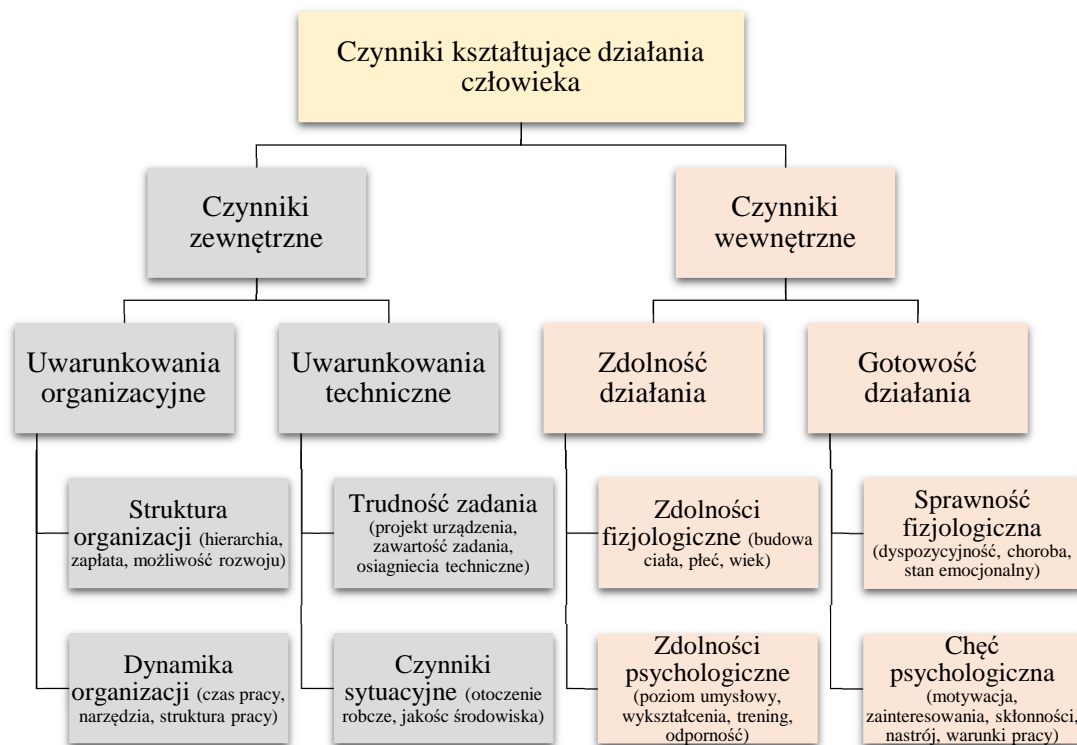
- bezstresowość obsługi,
- atmosfera w pracy,
- presja czasu,
- nacisk ze strony kierownictwa,
- braki w wiedzy fachowej,
- zmęczenie i stany emocjonalne.

Powyższe czynniki mają znaczny wpływ na bezpieczeństwo w pracy oraz na bezpieczeństwo powstałych projektów, prac itd.. Wymienione czynniki mogą powodować negatywne skutki, takie jak:

- zaniechanie kontroli przed przystąpieniem do pracy:
 - niesprawdzenie stanu stanowiska pracy, maszyny oraz narzędzi,
 - niesprawdzenie sprawności maszyn, narzędzi, dostępu do źródła prądu, obecności zabezpieczeń,
- błędy podczas korzystania z maszyn i narzędzi:
 - korzystanie z nieodpowiednich narzędzi lub maszyn,
 - używanie niesprawnych urządzeń oraz narzędzi,
- zastosowanie niewłaściwej metody pracy:
 - skracanie procedury wykonania zadania,
 - praca w nieodpowiednim do tego miejscu i czasie,
 - wybór metody nieodpowiedniej w celu np. zaoszczędzenia czasu bądź wysiłku,

- odstępstwa od instrukcji,
- podejmowanie zadań przekraczających umiejętności, kompetencje i możliwości fizyczne pracownika,
- niestosowanie zabezpieczeń:
 - niestosowanie środków ochrony indywidualnej,
 - pomijanie czynności zabezpieczających i ochronnych,
 - brak przygotowania zabezpieczeń na wypadek zagrożenia,
- lekceważenie zagrożeń i niebezpieczeństw,
- niedbałość:
 - wykonywanie czynności niedbale, nieuważnie, bez należytej staranności,
 - lekceważenie poleceń przełożonych,
 - samowolne opuszczenie stanowiska pracy,
 - pozostawienie po wykonywanej czynności niebezpiecznych narzędzi bez zabezpieczenia, śliskiej powierzchni itp.,
 - brak informowania o zagrożeniach,
- błędy w działaniach korekcyjnych:
 - zaniechanie koordynacji działań i kontroli w warunkach niebezpiecznych,
 - podjęcie nieadekwatnych działań korekcyjnych, bądź ich brak w sytuacji zagrożenia.

Według Kosmowskiego [90] istnieją przede wszystkim cztery kategorie nieprawidłowych działań ludzkich: pomyłki, zapomnienia, błędy oraz naruszenia (zamierzone działania). Pojęcie bezpieczeństwa ma bardzo szerokie znaczenie i jest różnorodnie rozumiane, ale niezmienny jest fakt, że bezpieczeństwo jest najważniejsze na każdym etapie procesu modernizacji linii kolejowej. Bardziej szczegółowo błędy ludzkie klasyfikują autorzy pracy [76]. Dodatkowo klasyfikują oni czynniki, które wpływają na pracę człowieka, co przedstawiono na rysunku 24.



Rysunek 24. Klasyfikacja czynników kształtujących działania człowieka, które mogą być rozpatrywane, jako źródła zagrożeń

Źródło: opracowanie własne na podstawie [76]

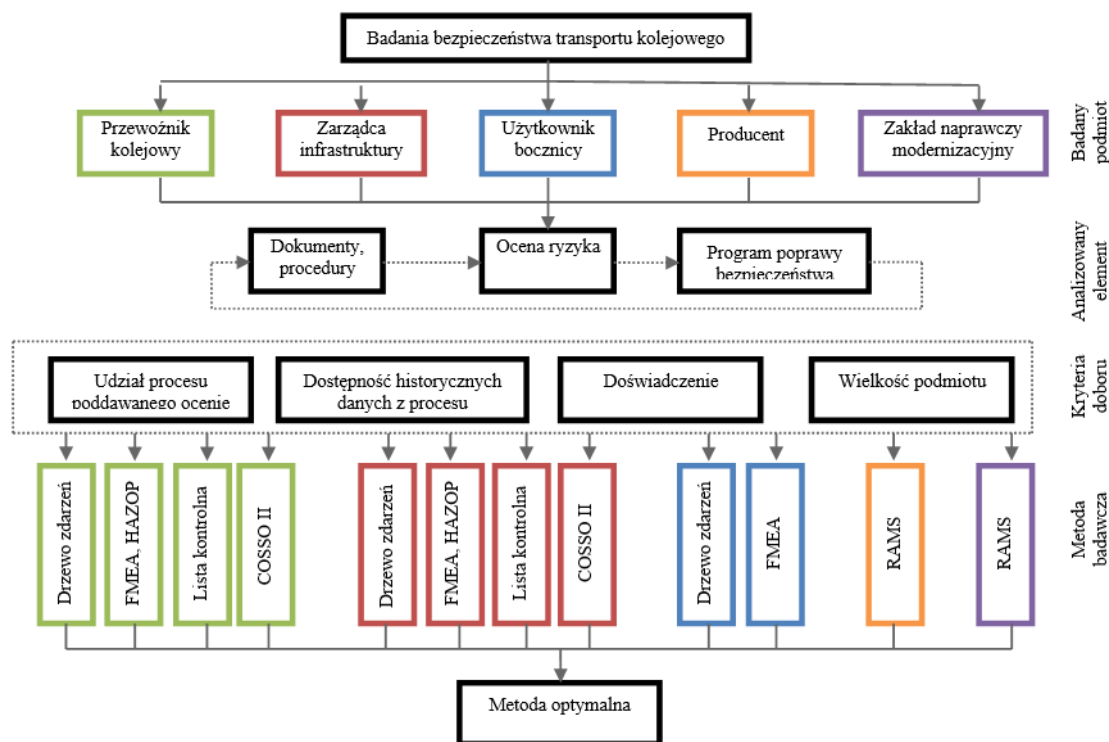
Człowiek często stanowi najsłabsze ogniwo w procesach inwestycyjnych, ponieważ może nie posiadać odpowiednich kompetencji, może być zmęczony, chory itp. W związku z tym należy dążyć do usprawniania pracy ludzkiej poprzez stosowanie systemów kontrolujących oraz wspomagających pracę ludzką. Jednym z takich narzędzi mogą być karty kontrolne, które pozwolą dokonać oceny oraz monitorować ryzyka na każdym etapie realizacji inwestycji.

3.4. Ryzyko w procesach inwestycyjnych systemów sterowania

Podjęcie do bezpieczeństwa transportu kolejowego w Polsce i w Europie ulega znaczącej modyfikacji. Zmiany te zostały zainicjowane w 2004 r. zapisami dyrektywy w sprawie bezpieczeństwa kolei [92]. Dyrektywa ta jasno wskazuje, że wszyscy operatorzy systemów kolejowych, zarządcy infrastruktury i przewoźnicy kolejowi powinni ponosić pełną odpowiedzialność za bezpieczeństwo systemu, każdy w swoim zakresie. Problematyka ta jest nowa dla sektora kolejowego i powoduje wiele nieporozumień natury interpretacyjnej, w szczególności z tego powodu, że dotyczy styku nauk technicznych i nauk o zarządzaniu.

Potrzebę aktywności jednostek oceniających adekwatność stosowania procesu zarządzania ryzykiem w transporcie kolejowym wymusiło Rozporządzenie Komisji (WE) nr 352/2009 w sprawie przyjęcia wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka oraz zmieniające je Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 402/2013 w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie oceny i wyceny ryzyka i uchylające rozporządzenie nr 352/2009. Wprowadzenie zapisów niniejszych rozporządzeń wprowadziło potrzebę systemowego podejścia do procesów zarządzania ryzykiem, w tym wyceny i oceny ryzyka, które ma zastosowanie do wszystkich zmian systemu kolejowego uznanych za znaczące.

Na rysunku 25 przedstawiono model badań bezpieczeństwa w transporcie kolejowym z podziałem na interesariuszy oraz z podziałem na metody badawcze, które zazwyczaj są stosowane przez danych interesariuszy.



Rysunek 25. Model badań bezpieczeństwa transportu kolejowego

Źródło: opracowano na podstawie [36]

Rozporządzenie nr 402/2013 mówi o wspólnej metodzie oceny bezpieczeństwa w zakresie oceny ryzyka (CSM) [123]. Celem CSM w zakresie oceny ryzyka jest zachowanie poziomu bezpieczeństwa kolei wspólnotowych lub jego poprawa, gdy jest to konieczne

i praktycznie możliwe. CSM poprawia możliwość dostępu do rynku usług przewozów kolejowych dzięki harmonizacji:

- procesów zarządzania ryzykiem stosowanych do oceny poziomów bezpieczeństwa i zgodności z wymogami bezpieczeństwa,
- wymiany informacji mających znaczenie dla bezpieczeństwa pomiędzy różnymi podmiotami sektora kolejowego w celu zarządzania bezpieczeństwem w ramach różnych interfejsów istniejących w tym sektorze,
- dowodów uzyskanych dzięki stosowaniu procesu zarządzania ryzykiem.

W celu oceny bezpieczeństwa inwestycji kolejowych, należy zacząć od zdefiniowania ryzyk oraz zagrożeń. W kolejowych procesach inwestycyjnych można wyszczególnić różne kategorie ryzyk, co zostało przedstawione w Tabeli 7 wraz z opisem czynników ryzyka.

Tabela 7. Identyfikacja ryzyk w inwestycjach kolejowych

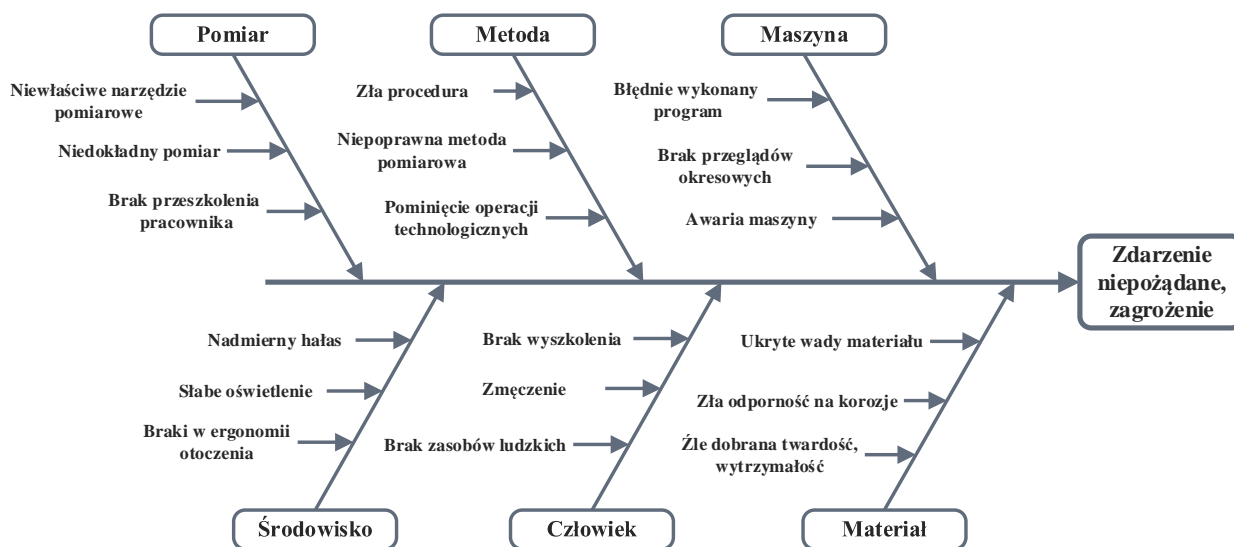
Lp.	Kategoria ryzyka	Czynniki ryzyka
1.	Ryzyka związane z projektowaniem	<ul style="list-style-type: none"> – Niedostateczne wizje lokalne i inwentaryzacja – Niedoszacowanie kosztu projektowania – Błędy w projektowaniu
2.	Ryzyka operacyjne	<ul style="list-style-type: none"> – Zwiększenie zakładanych kosztów operacyjnych – Ryzyka klimatyczne (mrozy, powodzie, itp.)
3.	Ryzyka administracyjne / prawne	<ul style="list-style-type: none"> – Opóźnienia w uzyskiwaniu pozwoleń na realizację inwestycji (np. na budowę) Opóźnienia w uzyskiwaniu decyzji środowiskowych – Niejednoznaczność przepisów (np. błędy w tłumaczeniu TSI) – Zmiana przepisów i wymagań podczas procesu inwestycyjnego – Ignorowanie obowiązku certyfikacji w procesach inwestycyjnych
4.	Ryzyka związane z wykonaniem robót/ techniczne	<ul style="list-style-type: none"> – Przekroczenie budżetu nakładów inwestycyjnych – Ryzyka geologiczne (nieoczekiwane niekorzystne warunki gruntowe, osunięcia terenu, itp.) – Ryzyka klimatyczne (mrozy, powodzie, itp.) Ryzyka archeologiczne (wykopaliska) – Ryzyka związane z wykonawcą (bankructwo, brak wystarczających zasobów, itp.) – Dobór nieodpowiednich systemów sterowania – Niespełnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa – Konieczność stworzenia interfejsów pomiędzy różnymi systemami – Błędy systemów/ aplikacji – Nowe technologie (brak doświadczenia)
5.	Ryzyka finansowe	<ul style="list-style-type: none"> – Dostępność środków krajowych na finansowanie nakładów inwestycyjnych – Wzrost kosztów finansowania instalacji i utrzymania – Finansowanie inwestycji , np. cofnięcie finansowania – Konieczność utrzymania dwóch systemów w okresie przejściowym

Lp.	Kategoria ryzyka	Czynniki ryzyka
		<ul style="list-style-type: none"> – Opóźnienie inwestycji, częsty brak terminowości – Koszt interfejsów pomiędzy systemami przerasta często koszt systemu
6.	Ryzyka spowodowane przez czynnik ludzki	<ul style="list-style-type: none"> – Brak wiedzy i doświadczenia wykonawcy – Naciski zewnętrzne/ brak bezstronności – Brak świadomości związanej z ryzykiem – Brak specjalistów z branży srk – Zmęczenie / praca w stresie – Brak szkoleń

Źródło: opracowanie własne

Zestawione w tabeli 7 ryzyka są to ryzyka, które należy oceniać i monitorować na każdym etapie inwestycji. Nie mniej jednak żadna z przedstawionych metod nie jest metodą uniwersalną, gdyż zasadność zastosowania danej metody uzależniona jest od etapu inwestycji, od zakresu prac oraz od samego zakresu danej inwestycji.

Źródła ryzyk mogą być różne w zależności, czego dotyczą. Przykładowe źródła przedstawione zostały na rysunku 26.



Rysunek 26. Diagram Ishikawy dla identyfikacji przyczyn powstawania wad i skutków zdarzeń niepożądanych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [73]

Schemat przedstawiony na rysunku 26 pokazuje przykładowe źródła zagrożeń, natomiast tak jak widać, zagrożenie może być spowodowane przez różne czynniki ryzyka. W związku z tym w procesie inwestycyjnym należy analizować i monitorować wszystkie możliwe zagrożenia, aby maksymalnie zwiększyć poziom bezpieczeństwa.

4. Identyfikacja czynników ryzyka w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie

4.1 Uwagi ogólne - założenia

W celu sformułowania metody analizy ryzyka w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie niezbędne jest zapoznanie się z czynnikami ryzyka, które najczęściej występują w tego rodzaju inwestycjach. Teoretycznie każda składowa obszarów analiz systemów bezpieczeństwa może być uznana za czynnik ryzyka. Praktycznie jednak za czynniki ryzyka uznaje się elementy, sytuacje, które mogą mieć negatywne konsekwencje wyrażające się miarami strat lub szkód, a przede wszystkim mogą mieć negatywny wpływ na poziom bezpieczeństwa.

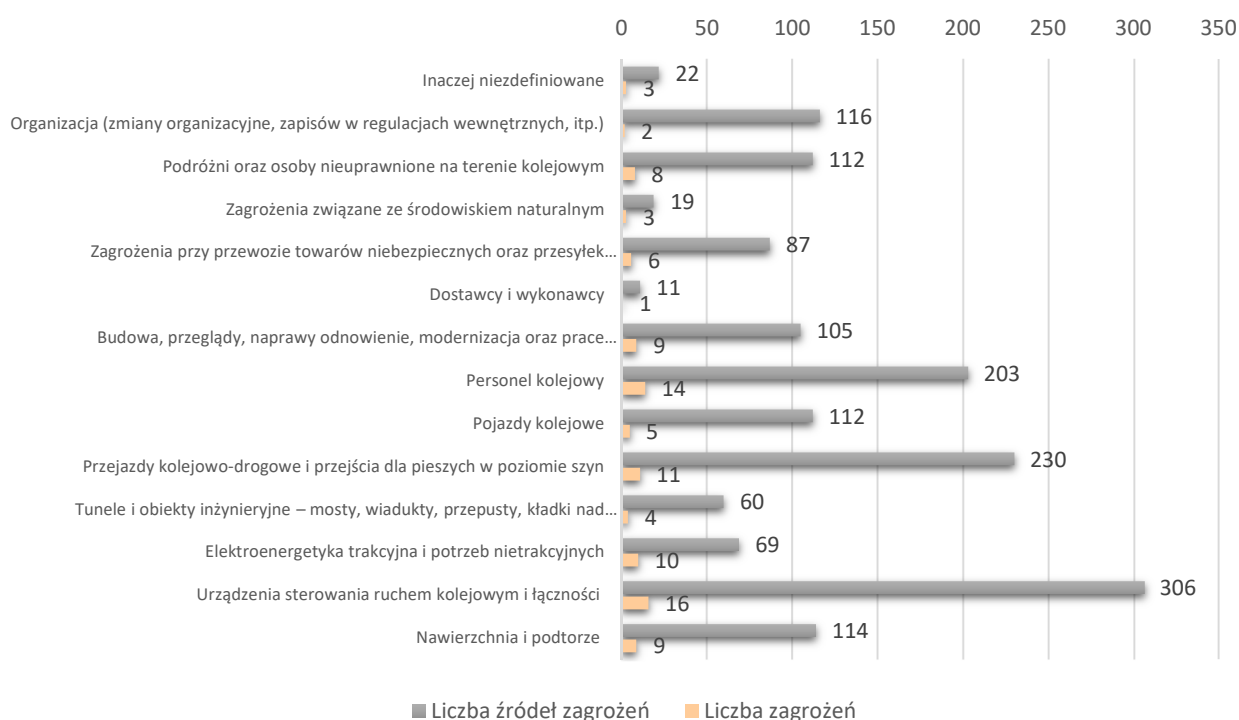
W celu zidentyfikowania obszarów analiz czynników ryzyka można podjąć następujące działania: przegląd dokumentacji technicznej użytkowanych obiektów, przegląd czynności i procesów zachodzących w analizowanym obszarze, studiowanie norm i standardów bezpieczeństwa, odbywanie wizji terenowych i przeprowadzanie wywiadów, przejście dostępnych opisów statystyk zdarzeń niepożądanych oraz wyników specjalistycznych badań tych zdarzeń [32]. Identyfikowanie źródeł czynników ryzyka może odbywać się w ramach procesów identyfikacji czynników, których wynikiem jest między innymi lista czynników ryzyka i lista sformułowanych zagrożeń. Przykłady realizacji tego procesu przedstawione zostały na przykład w pracach [17], [32]. Głównym elementem procesu identyfikacji czynników ryzyka jest procedura formułowania tych czynników. Poprawnie opracowana i przeprowadzona powinna umożliwić zgromadzenie informacji koniecznych nie tylko do charakteryzowania czynników ryzyka, ale użytecznych także do zaproponowanej w pracy metody analizy ryzyka. W procesach identyfikacji czynników ryzyka można wskazać pewien kierunek ich realizacji. Wynika on głównie z kolejności realizowania etapów tych procesów i uzyskiwania wyników.

W celu identyfikacji czynników ryzyka przeprowadzona została ankieta online wśród poszczególnych grup interesariuszy oraz cykl wywiadów z projektantami i producentami systemów srk. W kolejnych rozdziałach przedstawione zostały wyniki analizy rejestru zagrożeń, wyniki ankiet oraz przeprowadzonych spotkań warsztatowych.

4.2 Rejestry zagrożeń

Zgodnie z Rozporządzeniem 402/2013 [123] rejestry zagrożeń oznaczają dokumenty, w których zestawia się i opisuje stosownymi odniesieniami zidentyfikowane zagrożenia, związane z nimi środki bezpieczeństwa i źródła zagrożeń. Rejestr zagrożeń jest jedną z metod zarządzania ryzykiem w obszarach analiz w transporcie. Obszarami analiz mogą być np. przejazdy kolejowo drogowe, wybrane stanowiska pracy itp. Do zbudowania rejestru zagrożeń konieczne jest właściwe rozumienie pojęć, systemów oraz całej branży. Dodatkowo ważne jest, aby przy tworzeniu rejestru realizować identyfikację zagrożeń w sposób uporządkowany, łatwy do modyfikowania oraz pozwalający dokumentować częściowe i ostateczne jego rezultaty.

Zarządcy w ramach systemów zarządzania bezpieczeństwem posiadają własne matryce ryzyk, które wyszczególniają ryzyka [66] z wyszczególnieniem alokacji ryzyk pomiędzy Zamawiającym, a Wykonawcą robót. W matrycy ryzyk jednostką ryzyka jest czas i koszt. Dodatkowo w niniejszej pracy dokonano dogłębnej analizy rejestru zagrożeń [67] utworzonego i nadzorowanego przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.



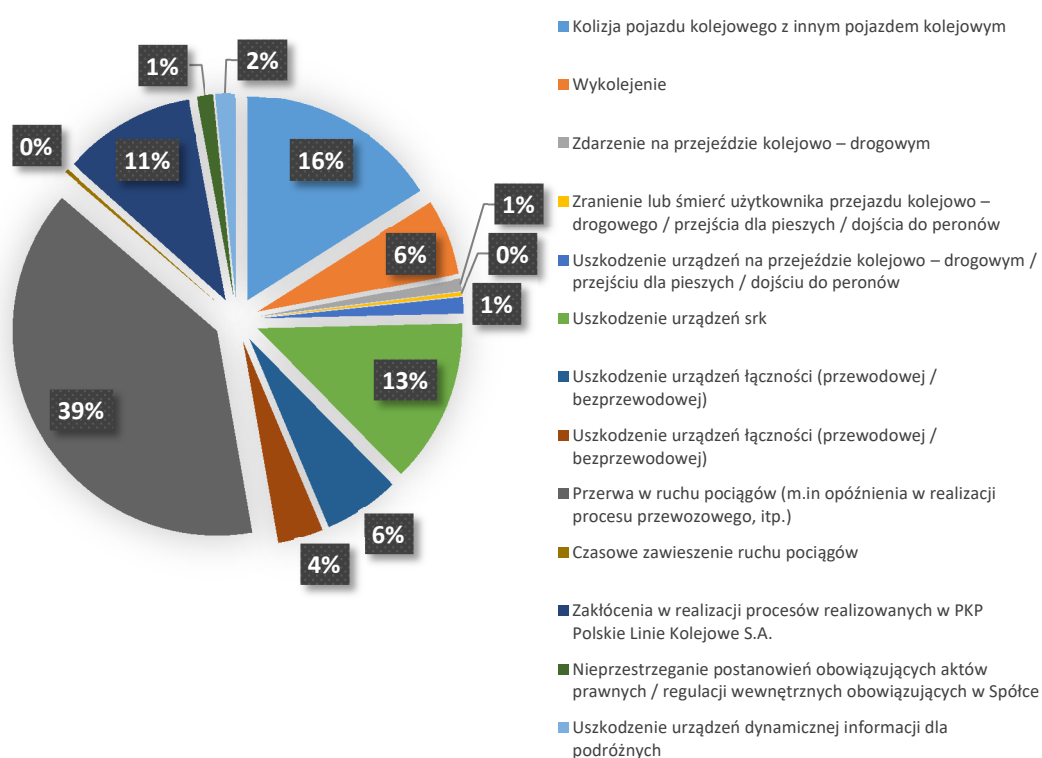
Rysunek 27. Wykaz liczby zagrożeń oraz liczby źródeł zagrożeń dla poszczególnych obszarów

Źródło: opracowanie własne na podstawie [67]

W rejestrze zagrożeń określono 14 obszarów zagrożeń. Dla każdego obszaru zdefiniowano zagrożenia oraz źródła tych zagrożeń. Rozkład dotyczący liczby zagrożeń oraz źródeł zagrożeń przedstawia Rysunek 27.

Zgodnie z rysunkiem 27 najwięcej zagrożeń oraz źródeł zagrożeń zostało zdefiniowanych w obszarze „Urządzenia sterowania ruchem kolejowym i łączności”, co wiąże się z tym, że urządzenia sterowania ruchem kolejowym (srk) głównie odpowiadają za bezpieczeństwo. Dla obszaru „Urządzenia sterowania ruchem kolejowym i łączności” określono 16 zagrożeń w ramach, których określono 306 źródeł zagrożeń.

Dla każdego źródła zagrożeń określono kategorię skutków. Dla obszaru obejmującego urządzenia srk określono trzynaście różnych skutków zagrożeń, które są przypisane do różnych źródeł zagrożeń. Skutki zagrożeń dla urządzeń srk przedstawia rysunek 28.



Rysunek 28. Wykaz skutków zdefiniowanych dla zagrożeń w obszarze urządzeń srk

Źródło: opracowanie własne na podstawie [67]

Na podstawie źródeł zagrożeń oraz skutków w rejestrze zagrożeń zdefiniowane są również środki kontroli ryzyka. W obszarze systemów srk najczęściej stosowanymi środkami kontroli ryzyka są:

- cykliczne szkolenie pracowników;

- rygorystyczne przestrzeganie postanowień przepisów prawa powszechnie obowiązującego oraz regulacji wewnętrznych;
- rygorystyczne przestrzeganie postanowień przepisów i instrukcji utrzymani;
- przestrzeganie cykli przeglądowo-naprawczych określonych w Dokumentacji Systemu Utrzymania;
- wielostopniowa kontrola projektu;
- rygorystyczny nadzór budowlany;
- wzmożenie kontroli inwestorskich;
- wzmożone patrole służb mundurowych;
- przeprowadzenie działań wynikających z odpowiedniej procedury Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS) oraz Systemu Zarządzania Utrzymaniem (MMS).

Rejestr definiuje zagrożenia, źródła tych zagrożeń, środki kontroli zagrożeń oraz zasady akceptacji ryzyka. Według rejestru są możliwe trzy zasady akceptacji ryzyka: kodeks postępowania, systemy odniesienia lub szacowanie ryzyka jawnego. Brakuje dokumentu, który zdefiniowałby jak takie zasady akceptacji ryzyka zastosować i przy wykorzystaniu, jakich metod.

4.3 Ankieta

W celu głębszej analizy ryzyk oraz zagrożeń w inwestycjach obejmujących systemy srk, przeprowadzono ankietę wśród specjalistów z branży sterowania ruchem kolejowym. Wzór ankiety stanowi załącznik nr 1 do niniejszej pracy. Ankieta została przeprowadzona w 2019 roku wśród specjalistów, projektantów z branży srk. W ramach badań uzyskano odpowiedzi 28 respondentów.

Na pytanie mówiące o zagrożeniach dot. bezpieczeństwa systemów srk w procesach inwestycyjnych najczęściej wymieniane zostały następujące zagrożenia:

- wzrost kosztów materiałów;
- niepoprawne wykonanie dowodu bezpieczeństwa;
- integracja z innymi systemami srk, czyli brak interfejsów;
- krótkie terminy realizacji inwestycji;
- nieznamość prawa przez wykonawcę;
- brak doświadczonej i kompetentnej kadry inżynierskiej;
- skomplikowane procesy uzyskania dopuszczenia do eksploatacji;

- wielu kontrahentów ;
- nieprzestrzeganie zasad projektowania;
- zbyt swobodne podejście do zagrożeń technicznych przez Jednostki Inspekcyjne (AsBo – Assessment Body);
- prowadzenie ruchu w czasie wykonywania robót inwestycyjnych;
- zła organizacja pracy zamawiającego oraz brak współpracy inwestor z wykonawcami;
- zaniedbania w trakcie odbiorów technicznych;
- brak wiedzy zamawiającego o systemach eksploatowanych w terenie;
- oferowana cena, jako główne kryterium wyboru wykonawcy, co skutkuje zabudową tańszych urządzeń oraz niską jakością wykonania;
- dostępność i terminowość dostaw urządzeń srk.

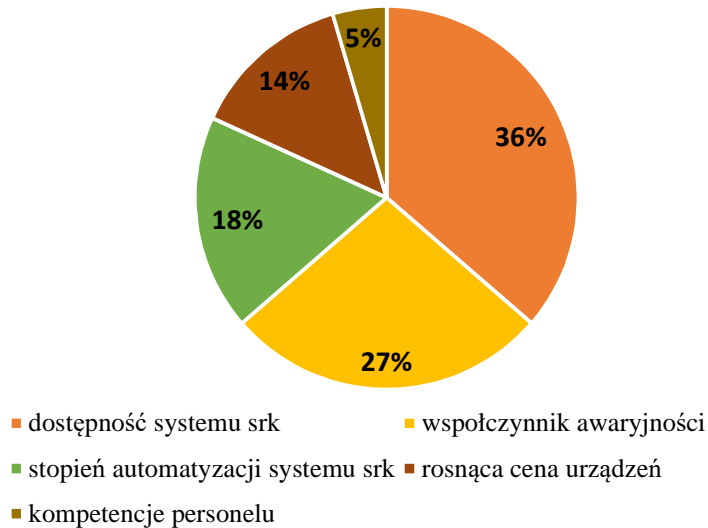
Powyższe zagrożenia, które zostały wskazane przez respondentów są czynnikami ryzyka, których praktycznie nikt nie analizuje i nie monitoruje.

Okazuje się, że również duży wpływ na bezpieczeństwo realizacji danej inwestycji obejmujących systemy srk ma nieterminowość realizacji inwestycji. Niestety większość inwestycji jest opóźnionych, niekiedy nawet o kilka lat. Według respondentów opóźnienie inwestycji ma następujące skutki:

- zmuszenie wykonawców do wprowadzenia wcześniej nieplanowanych rozwiązań w prowadzeniu ruchu;
- naciski oraz presja czasu, co skutkuje wieloma błędami projektowymi jak i montażowymi;
- starzenie i niszczenie zabudowanych urządzeń (opóźnienie inwestycji nie powoduje wydłużenia gwarancji dostawcy urządzeń);
- rosnąca możliwość dewastacji i kradzieży;
- niedokładne sprawdzenia i testy systemu;
- zwiększenie ryzyka wystąpienia błędu ludzkiego;
- stosowanie kar umownych;
- prowadzenie ruchu w trybie awaryjnym.

Dodatkowo wpływ na poziom bezpieczeństwa inwestycji kolejowej ma również liczba kontrahentów. Jeżeli podczas realizacji inwestycji jest kilku kontrahentów to powstają problemy ze współpracą oraz przepływem informacji. Problemem również jest liczba dostawców urządzeń srk, ponieważ urządzenia różnych dostawców często nie współpracują

ze sobą, co również skutkuje koniecznością opracowania i wdrożenia interfejsów. Na rysunku 29 przedstawiono wyniki przeprowadzonej ankiety w zakresie pytania o to, jak respondenci określiliby wskaźnik ryzyka inwestycji kolejowych obejmujących systemy srk.

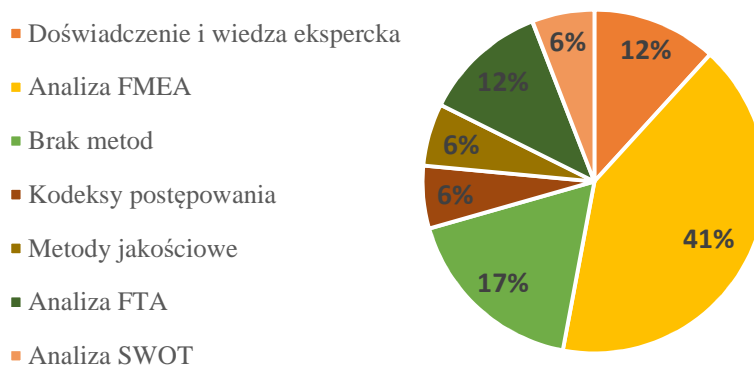


Rysunek 29. Wskaźniki ryzyka inwestycji obejmujących srk

Źródło: opracowanie własne

Jednym z głównych czynników ryzyka w inwestycjach kolejowych jest czynnik ludzki. Obecnie zabudowywane systemy automatyki komputerowej zmniejszają ryzyko powodowane przez czynnik ludzki. Mimo to człowiek ma istotnie duży wpływ na realizację procesu inwestycyjnego na różnych jego etapach. Po przeprowadzonych badaniach ankietowych okazuje się, że aż 47% respondentów nie spotkała się z analizą czynnika ludzkiego w procesach inwestycyjnych obejmujących systemy srk. Powyższy wynik jest niepokojący, ponieważ to czynnik ludzki staje się źródłem ryzyka, z uwagi na pośpiech, zmęczenie czy brak kompetencji.

Jest wiele metod analizy ryzyka, które obejmują również czynnik ludzki. Stosowane przez respondentów metody analizy ryzyka w procesach inwestycyjnych przedstawione zostały na rysunku nr 30.



Rysunek 30. Metody analizy ryzyka stosowane przez respondentów

Źródło: opracowanie własne

Przedstawione na rysunku 30 wyniki jednoznacznie pokazują, że większość osób z branży sterowania ruchem kolejowym spotkała się ze stosowaniem głównie metody FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).

Ostatecznie respondenci zapytani o ich zdanie na temat tego, czy inwestycje kolejowe obejmujące systemy srk są realizowane prawidłowo w odniesieniu do bezpieczeństwa to niestety tylko 50% respondentów odpowiedziało - tak. Natomiast pozostali respondenci odpowiedzieli, że jest to zależne od sposobu realizacji inwestycji (pośpiech, naciski oraz brak współpracy z zamawiającym). Wielu respondentów zwróciło uwagę również na brak dostępu do dokumentacji technicznej systemów danego producenta, ze względu na tzw. know-how firmy, a to niestety uniemożliwia zaprojektowanie interfejsów pomiędzy systemami.

Do innych zagrożeń, które często spotyka się w procesach inwestycyjnych można zaliczyć między innymi:

- zmieniające się wymagania prawne,
- wieloszczeblowe zatwierdzanie dokumentów,
- długotrwałe rozpatrywanie spraw przez instytucje uczestniczące we wdrożeniu projektów,
- brak planów zagospodarowania przestrzennego uniemożliwiający pozyskanie decyzji lokalizacyjnych i pozwoleń na budowę,
- nadmierne wymagania środowisk lokalnych w zamian za wydawane pozwolenia skutkujące zwiększeniem kosztów inwestycji,
- wzrost cen stali i innych metali oraz materiałów,

- wzrost cen ofert powyżej kwot, które PLK zaplanowała na realizację kontraktów, co powoduje konieczność unieważnienia przetargów i powtarzania procedur, a także wnioskowania o zmianę decyzji Komisji Europejskiej dot. finansowania (memorandum finansowe),
- przedłużające się procedury przetargowe spowodowane licznymi protestami wnoszonymi na wszystkich etapach postępowania przetargowego,
- ograniczony potencjał biur projektowych skutkujący małą ilością składanych w przetargach ofert oraz opóźnieniami w wykonaniu zleconych opracowań,
- niedobór kwalifikowanych kadr zaangażowanych w proces wdrażania.

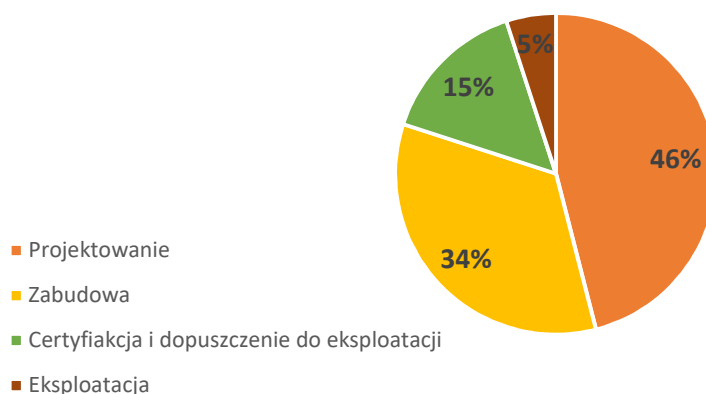
Wyniki ankiet pozwoliły określić, jakie ryzyka najczęściej występują w procesach inwestycyjnych obejmujących podsystem sterowanie. Dodatkowo dzięki przeprowadzonej ankiecie można zauważyć, jakie metody analizy ryzyka są zazwyczaj stosowane w kolejowych procesach inwestycyjnych oraz, czy są one skuteczne.

4.4 Spotkania warsztatowe

Wyniki przeprowadzonych badań ankietowych nie wyczerpały tematu czynników ryzyka w procesach inwestycyjnych wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie. Stąd też w kolejnym etapie badań odbył się cykl spotkań warsztatowych z projektantami i producentami systemów srk. Spotkania miały na celu poznanie najczęściej występujących ryzyk i wyzwań, które występują na różnych etapach procesu inwestycyjnego. Zrealizowano 6 spotkań z różnymi projektantami i producentami systemów srk. Wyniki spotkań przedstawione zostały w załączniku nr 2. Na podstawie zebranych informacji zarysował się podział ryzyk i wyzwań w zależności od etapów realizacji inwestycji oraz od interesariuszy, których dane czynniki ryzyka dotyczą. Wyszczególniono następujące etapy realizacji inwestycji:

- etap projektowania,
- etap zabudowy,
- etap certyfikacji i dopuszczenia do eksploatacji,
- etap eksploatacji.

Na rysunku 31 przedstawiono wyniki przeprowadzonej ankiety pod kątem etapów inwestycji kolejowych, w których występuje najwięcej czynników ryzyka.



Rysunek 31. Występowanie czynników ryzyka na poszczególnych etapach realizacji inwestycji.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet oraz spotkań warsztatowych.

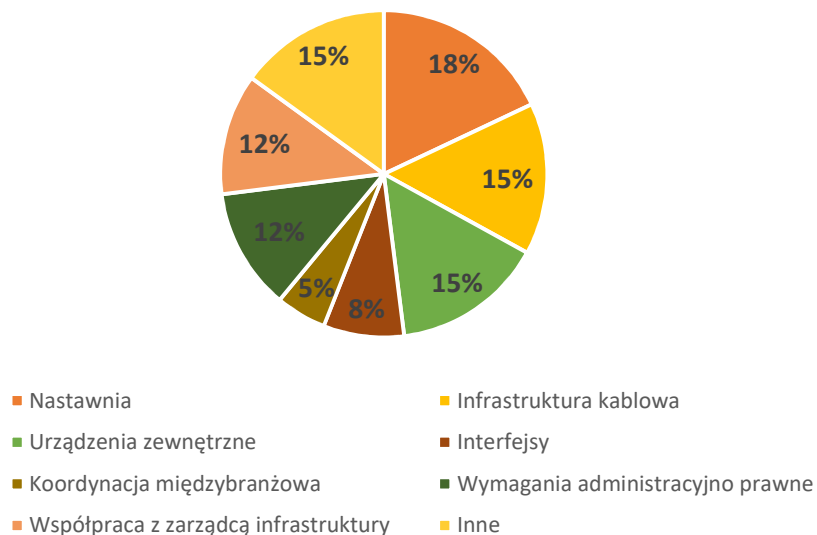
Informacje ze spotkań warsztatowych zostały zebrane i przedstawione w załączniku nr 2 do niniejszej pracy.

Z danych zebranych podczas przeprowadzonych spotkań warsztatowych wynika, że najwięcej czynników ryzyka występuje na etapie projektowania tj. 46%, natomiast również dużo czynników ryzyka występuje na etapie zabudowy, czyli wykonawstwa. Ze względu na mały procent czynników ryzyka występujący na etapie eksploatacji, etap ten został pominięty w dalszych rozważaniach.

Na każdym z tych etapów inwestycji występują różne ryzyka oraz różni interesariusze. Stąd też na podstawie informacji zebranych podczas spotkań warsztatowych wyszczególniono następujących interesariuszy:

- projektanci,
- wykonawcy / producenci systemów srk,
- zarządcy infrastruktury,
- jednostki oceniające zgodność.

Spotkania z projektantami i producentami systemów srk pozwoliły wyodrębnić ryzyka, które najczęściej występują w procesach inwestycyjnych oraz które wpływają na bezpieczeństwo oraz realizację danej inwestycji kolejowej. Z analizy zebranych danych wyszczególniono grupy ryzyka wraz z przypisanymi do nimi czynnikami ryzyk. Podział grup ryzyk przedstawiony został na rysunku 32.



Rysunek 32. Ilość czynników ryzyka w poszczególnych grupach ryzyk

Źródło: opracowanie własne na podstawie ankiet oraz spotkań warsztatowych.

Dodatkowo podczas spotkań zwrócono uwagę na to, że w inwestycjach obejmujących systemy srk zabudowywane podsystemy są systemami bezpiecznymi, ponieważ modernizacja musi zachować adekwatny poziom bezpieczeństwa związane z klasyfikacją SIL, np. urządzenia bezpośrednio związane ze sterowaniem sygnalizatorami, kontrolą zajętości torów czy położeniem zwrotnic wymagają spełniania kryteriów poziomu bezpieczeństwa SIL4, a na przykład wprowadzenie zdalnego sterowania – SIL2, bardziej złożony problem występuje przy modernizacji linii, która uwzględnia zabudowę różnych systemów, w tym systemu ETCS. To przekłada się na poziom ryzyka odpowiednich podsystemów srk, ponieważ dodatkowe zagrożenie pojawia się, gdy wprowadzamy więcej systemów z różnymi poziomami bezpieczeństwa SIL. Każdy poziom bezpieczeństwa SIL charakteryzuje się innymi wymaganiami oraz zależy między innymi od tolerowanej intensywności uszkodzeń funkcjonalnych TFFR.

Przeprowadzone spotkania warsztatowe z projektantami i producentami systemów srk pozwoliły zebrać dane do analizy, które precyzyjnie pokazują, jakie zagrożenia i ryzyka najczęściej występują w procesach inwestycyjnych obejmujących podsystem sterowanie.

Wszystkie te informacje zostały przeanalizowane i wzięte pod uwagę w procesie tworzenia metody analizy ryzyk jak i przy projektowaniu narzędzia, które będzie miało za zadanie zwrócić uwagę interesariuszy na ryzyka i zagrożenia, które występują w procesach inwestycyjnych.

Analiza zebranych danych jak i podział na interesariuszy oraz na etapy realizacji inwestycji, został przedstawiony w kolejnym rozdziale.

5. Analiza ryzyk w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym

5.1. Analiza ryzyk w odniesieniu do interesariuszy

Analiza ryzyka w projektach inwestycyjnych jest bardzo trudna w realizacji. Nie łatwo jest dostrzec i odpowiednio opisać za pomocą liczb czynniki ryzyka w coraz bardziej zmiennym otoczeniu. Nie zawsze także dostępne są stosowne informacje, a osoba, która przeprowadza analizę ryzyka, często operuje w niedookreślonym środowisku, co również ma duży wpływ, na jakość i trafność oceny. W zależności od warunków specyfiki inwestycji należy dobrać metodę analizy w taki sposób, aby dostarczyć możliwie jak najwięcej rzetelnych informacji ułatwiających proces decyzyjny.

Dane zebrane na podstawie przeprowadzonych ankiet oraz spotkań warsztatowych pokazują, że występuje wiele ryzyk w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie na różnych etapach trwania inwestycji. Dodatkowo ryzyka te dotyczą różnych podmiotów uczestniczących w procesie inwestycyjnym. Stąd też, w pracy przeanalizowane zostały ryzyka oraz przedstawiono je z podziałem na interesariuszy oraz z podziałem na etapy trwania inwestycji. To pozwoli przygotować metodę analizy ryzyka, która również będzie pozwalała niwelować ryzyka, które występują na danym etapie trwania inwestycji oraz, które dotyczą danego podmiotu uczestniczącego w procesie inwestycyjnym.

Podział czynników ryzyka z punktu widzenia interesariuszy przedstawiony został w Tabeli 2 załącznika 2 do niniejszej pracy, natomiast Rysunek 33 przedstawia najczęściej występujące czynniki ryzyka z przypisaniem do interesariusza.

Projektant

- kolizje kablowe
- brak kompetencji
- krótkie terminy realizacji
- błędne ustawienie semaforów / brak widoczności
- brak koordynacji prac projektantów wszystkich branż
- brak projektów interfejsów
- niejednoznaczność przepisów
- brak aktualnej dokumentacji

Wykonawca / Producent

- brak interfejsów
- brak kompetentnych specjalistów
- zmiany przepisów prawnych
- zabudowa systemów srk na końcu, brak możliwości wprowadzenia zmian
- kolizje semaforów z innymi elementami infrastruktury
- brak analiz i planowania fazowania
- brak pozwoleń

Zarządca infrastruktury

- brak koordynacji prac międzybranżowych
- brak wiedzy wśród specjalistów
- brak stosowanego nadzoru i wsparcia
- brak planu robudowy stacji
- nieujęcie w dokumentacji przetargowej interfejsów
- brak aktualnych projektów
- brak współpracy z innymi zarządcami
- niejednoznaczność wymagań zarządcy
- mnogość firm zagranicznych / różni producenci
- wprowadzanie nowych systemów niekompatybilnych z systemami istniejącymi

Jednostka oceniająca

- późne zgłoszenie się do jednostki notyfikowanej
- wybór kompetentnej i akredytowanej jednostki
- wybór odpowiedniego modułu oceny
- brak deklaracji dla składników interoperacyjności
- brak spełnienia aktualnych wymagań przepisów prawnych
- określenie granic podsystemu
- ciągłe zmiany przepisów

Rysunek 33. Najczęściej występujące czynniki ryzyka z podziałem na interesariuszy

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników ankiet oraz spotkań warsztatowych

5.2. Analiza ryzyk w odniesieniu do etapów inwestycji

Podział czynników ryzyka w odniesieniu do etapów inwestycji przedstawiony został w Tabeli 3 w Załączniku 2 do niniejszej pracy. Natomiast na rysunku 34 przedstawione zostały najczęściej występujące czynniki ryzyka z podziałem na etapy realizacji inwestycji.

Etap projektu

- kolizje kablowe
- brak przepustów
- brak kompetencji wśród biur projektowych
- krótkie terminy realizacji
- błędne ustawienie semaforów / brak widoczności
- brak koordynacji prac projektantów wszystkich branż
- brak projektów interfejsów
- niejednoznaczność przepisów
- brak aktualnej dokumentacji

Etap zabudowy

- brak interfejsów
- brak kompetentnych specjalistów
- zmiany przepisów prawnych
- zabudowa systemów srk na końcu, brak możliwości wprowadzenia zmian
- kolizje semaforów z innymi elementami infrastruktury
- brak analiz i planowania fazowania
- brak stosowanego nadzoru i wsparcia zarządcy
- brak pozwoleń
- brak koordynacji prac międzybranżowych

Etap certyfikacji i dopuszczenia do eksploatacji

- wprowadzanie nowych systemów niekompatybilnych z systemami istniejącymi
- późne zgłoszenie się do jednostki notyfikowanej
- wybór kompetentnej i akredytowanej jednostki
- wybór odpowiedniego modułu oceny
- brak deklaracji dla składników interoperacyjności
- brak spełnienia aktualnych wymagań przepisów prawnych
- określenie granic podsystemu
- ciągłe zmiany wymagań prawnych

Rysunek 34. Najczęściej występujące czynniki ryzyka z podziałem na etapy realizacji inwestycji.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników ankiet oraz spotkań warsztatowych.

Przeprowadzona analiza danych zebranych na podstawie wyników ankiet oraz spotkań warsztatowych pokazuje, że na etapie projektu występuje najwięcej czynników zagrożeń. Dodatkowo już na etapie projektowania można wyeliminować pewne zagrożenia, które na późniejszych etapach realizacji inwestycji mogłyby być niebezpieczne, mogłyby skutkować wypadkiem lub dużym opóźnieniem w realizacji inwestycji, a co za tym idzie dużymi stratami finansowymi.

Ponadto przeprowadzone analizy wykazały, że najskuteczniejszą metodą analizy ryzyka w procesach inwestycyjnych obejmujących systemy srk będą opracowane karty (tzw. check listy), które zostaną przygotowane dla każdego interesariusza biorącego udział w procesie inwestycyjnym z podziałem na etapy realizacji inwestycji. Karty te pozwolą każdemu podmiotowi uczestniczącemu w procesie inwestycyjnym sprawdzić na danym etapie realizacji

inwestycji, czy wszystkie czynniki ryzyka zostały zidentyfikowane i czy zostały wdrożone działania niwelujące dane ryzyka. Dodatkowo karty te pozwolą uniknąć najczęściej występujących czynników ryzyka oraz będą użyteczne dla każdego interesariusza na każdym etapie realizacji inwestycji.

Najwięcej ryzyk można wykryć i zniwelować na etapie projektowania, co pozwoli zapobiec błędom na późniejszych etapach realizacji inwestycji, co może zdecydowanie zmniejszyć czas realizacji inwestycji, jak i ograniczyć koszt naprawy ewentualnych błędów.

W związku z tym w niniejszej pracy opracowano narzędzie w programie MS Access, które zawiera karty kontrolne do zastosowania w procesach inwestycyjnych na etapie projektu. Zaprojektowane narzędzie można rozszerzyć o kolejne etapy realizacji inwestycji, jak i o interesariuszy. Dodatkowo przedstawione narzędzie można rozbudować o dodatkowe czynniki ryzyka, jeżeli taka potrzeba zaistniałaby podczas realizacji procesów inwestycyjnych.

6. Metoda analizy ryzyka

6.1 Formalizacja opisu czynników ryzyka

Głównym elementem metody jest identyfikacja czynników ryzyka, które zostały określone na podstawie danych zebranych z analizy rejestru zagrożeń, przeprowadzonych badań ankietowych oraz spotkań warsztatowych.

Czynnik ryzyka dla danego etapu inwestycji oraz interesariusza cr_{EI} w inwestycji jest każdym zdarzeniem oddziałującym na inwestycję.

Każdy czynnik ryzyka cr_{EI} opisuje trójka uporządkowana:

$$cr_{EI} = \langle P_{CR}, W_{CR}, T_{CR} \rangle \quad (3)$$

gdzie:

cr_{EI} – czynnik ryzyka dla danego etapu inwestycji oraz interesariusza

P_{CR} – pilność, $P_{CR} = \{p_i; \dots\}$, $i = 1, \dots, 4$

W_{CR} – wielkość, $W_{CR} = \{w_i; \dots\}$, $i = 1, \dots, 4$

T_{CR} – trudność, $T_{CR} = \{t_i; \dots\}$, $i = 1, \dots, 4$

E – etap realizacji inwestycji, $E = \{e_i; \dots\}$, $i = 1, \dots, 4$

I – interesariusze, $I = \{i_i; \dots\}$, $i = 1, \dots, 4$

Dla każdego czynnika ryzyka określono:

- pilność (P_{CR}) – jak szybko należy wdrożyć działania zapobiegawcze, aby zniwelować ryzyko. Określono cztery poziomy pilności: pilne, naglące, obowiązkowe, zalecane;
- wielkość (W_{CR}) – stopień szkody, czyli jak poważne mogą być następstwa danego zagrożenia, określono cztery poziomy wielkości: krytyczne, wysokie, średnie, niskie;
- trudność (T_{CR}) – stopień trudności wprowadzenia działań niwelujących dane zagrożenie, określono cztery poziomy trudności: niewykonalne, trudne, średnie, łatwe;

Czynniki ryzyka można łączyć w zbiory, czyli grupy czynników ryzyka wg podobieństwa określonych cech. Grupę czynników ryzyka CR_{GR} można opisać następująco:

$$CR_{GR} = [cr_1, cr_2, cr_i, \dots, cr_n], i = 1, \dots, n \quad (4)$$

gdzie:

n – liczba czynników ryzyka

Dla każdej inwestycji można zdefiniować zbiór czynników ryzyka CR_{INW} składający się z wielu podzbiorów – grup czynników ryzyka:

$$CR_{INW} = \{CR_{GR1}, CR_{GR2}, CR_{GRk}, \dots, CR_{GRN}\}, k=1, \dots, N \quad (5)$$

gdzie:

k – numer grupy czynników ryzyka

Dla każdego czynnika ryzyka można obliczyć ogólne ryzyko bezpieczeństwa inwestycji (R_{CR}) poprzez iloczyn pilności (P_{CR}), wagi wielkości skutków danego ryzyka (W_{CR}) oraz trudności (T_{CR}):

$$R_{CR} = P_{CR} \times W_{CR} \times T_{CR} \quad (6)$$

Każde ryzyko wynika z określonego czynnika ryzyka.

Każda grupa ryzyk wynika z określonej grupy czynników ryzyka.

Pilność P_{CR} może przyjmować następujące wartości:

$$P_{CR} = \begin{cases} 4 & \text{gdy pilne} \\ 3 & \text{gdy naglące} \\ 2 & \text{gdy obowiązkowe} \\ 1 & \text{gdy zalecane} \end{cases}$$

W tabeli 8 przedstawiono kategorie Pilności P_{CR} oraz przypisane do nich wartości liczbowe, które określa się dla poszczególnych inwestycji.

Tabela 8. Ocena kategorii pilności (P_{CR})

Ocena pilności (P_{CR}) dot. wdrożenia działań zapobiegawczych		
Wartość (P_{CR})	Nazwa kategorii	Opis
4	Pilne	Wymaga natychmiastowego działania
3	Naglące	Wymaga działań zapobiegawczych w niedługim czasie. Wymaga stałego monitorowania
2	Obowiązkowe	Wymaga działań zapobiegawczych, które mogą być przesunięte w czasie. Wymaga okresowego monitorowania
1	Zalecane	Wprowadzenie działań jest zalecane, ale nieobowiązkowe i nieokreślone w czasie

Trudność T_{CR} może przyjmować następujące wartości:

$$T_{CR} = \begin{cases} 4 & \text{gdy niewykonalne} \\ 3 & \text{gdy trudne} \\ 2 & \text{gdy średnie} \\ 1 & \text{gdy łatwe} \end{cases}$$

Kategorie oraz wartości liczbowe dla wskaźnika Trudność T_{CR} zostały przedstawione w tabeli nr 9, wraz z opisem poszczególnych kategorii.

Tabela 9. Ocena kategorii trudność (T_{CR})

Ocena trudności (T_{CR}) dot. realizacji działań niwelujących ryzyko		
Trudność (T_{CR})	Nazwa kategorii	Opis
4	Niewykonalne	Nie da się już wykonać żadnych działań na tym etapie inwestycji.
3	Trudne	Wprowadzenie działań niwelujących jest bardzo trudne, czasochłonne oraz kosztochłonne
2	Średnie	Wprowadzenie działań jest trudne, ale można je wykonać w stosunkowo krótkim czasie, nie wymaga dużych nakładów finansowych
1	Łatwe	Wprowadzenie działań jest łatwe, do zrobienia od ręki. Wprowadzenie działań nie wymaga nakładów finansowych.

Źródło: opracowanie własne

Wielkość W_{CR} może przyjmować następujące wartości:

$$W_{CR} = \begin{cases} 4 & \text{gdy krytyczne} \\ 3 & \text{gdy wysokie} \\ 2 & \text{gdy średnie} \\ 1 & \text{gdy niskie} \end{cases}$$

Kategorie Wielkości W_{CR} zostały określone w tabeli 10 wraz z podanymi wartościami liczbowymi oraz opisem poszczególnych kategorii.

Tabela 10. Ocena kategorii wielkości (W_{CR})

Ocena wielkości (W_{CR}) dot. stopnia szkody		
Wartość wielkości (W_{CR})	Nazwa kategorii	Opis
4	Krytyczne	Nieukończenie projektu, utrata życia. Olbrzymia strata finansowa
3	Wysokie	Skutki mogą prowadzić do poważnego uszczerbku zdrowia, szkód majątkowych. Znaczące opóźnienie prac.
2	Średnie	Skutki mogą prowadzić do uszczerbku zdrowia, szkód majątkowych, jednakże nie są one wysokie. Nieduże opóźnienie prac.
1	Niskie	Identyfikuje się nieznaczne skutki mogące prowadzić do uszczerbku zdrowia, szkód majątkowych. Brak opóźnień w wykonaniu prac.

Źródło: opracowanie własne

Stosując opisy zawarte w tabeli 8-10 można oszacować wagi możliwych konsekwencji, przypisując dane ryzyko do odpowiedniej kategorii.

Końcowa ocena polega na przyporządkowaniu ryzyka według skali zaprezentowanej w poniższej tabeli.

Ryzyko R_{CR} może przyjmować następujące wartości:

$$R_{CR} = \begin{cases} \leq 11 & \text{gdy tolerowane} \\ 12 \div 24 & \text{gdy nieakceptowalne} \\ \geq 25 & \text{gdy krytyczne} \end{cases}$$

Na podstawie określonych wartości Pilności P_{CR} , Trudności T_{CR} oraz Wielkości W_{CR} określa się wartość ryzyka bezpieczeństwa inwestycji R_{CR} . W zależności od wyliczonej wartości R_{CR} określa się kategorię ryzyka, co zostało przedstawione w tabeli 11. Dla poszczególnych kategorii ryzyka przypisane są alerty bezpieczeństwa.

Tabela 11. Kategorie i wartości liczbowe ryzyka bezpieczeństwa inwestycji

Kategoria ryzyka	Wartość ryzyka (R_{CR})	Opis	Alerty
Tolerowane	≤ 11	Poziom ryzyka akceptowalny – działania podejmowane w formie dobrowolnej, wymaga monitorowania	Brak lub w formie zaleceń
Nieakceptowalne	$12 \div 24$	Poziom ryzyka nieakceptowalny – wprowadzenie działań jest konieczne, ale może zostać przesunięte w czasie, wymaga stałego monitorowania	Obowiązkowe do wykonania
Krytyczne	≥ 25	Poziom ryzyka nietolerowany – wymaga natychmiastowego działania	Pilne

Źródło: opracowanie własne

Przedstawione w tabeli 11 kategorie ryzyka zostały określone na podstawie konsultacji eksperckich, co pozwoliło również ustalić ważności poszczególnych celów i kryteriów, natomiast dalsze kroki w przedstawionej metodzie realizowane są już według precyzyjnie określonej procedury.

Cecha etap realizacji inwestycji E może przyjmować następujące wartości:

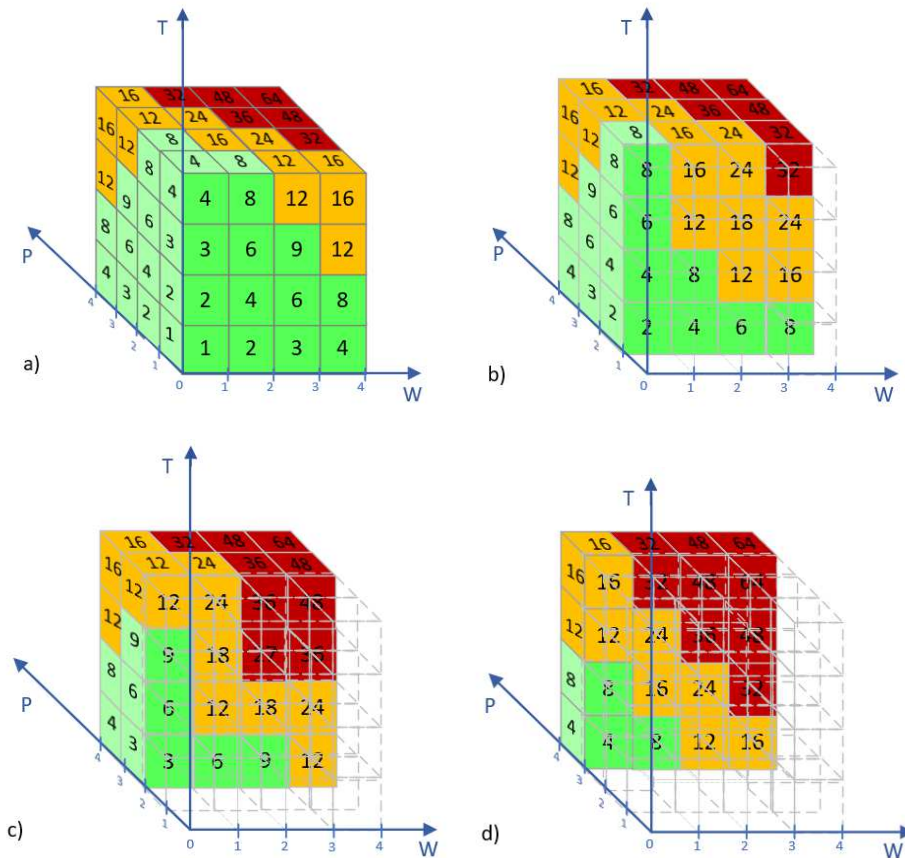
$E = \langle \text{projektowanie, zabudowa, certyfikacja i dopuszczenie do eksploatacji, eksploatacja} \rangle$

Cecha interesariusze I może przyjmować następujące wartości:

$I = \langle \text{projektant, wykonawca, zarządca infrastruktury, jednostka oceniająca} \rangle$

Rozkład wartości poziomu ryzyka można przedstawić na trójwymiarowym wykresie, który przedstawia wartość ryzyka w zależności od wartości pilności (P), trudności (T) oraz wielkości (W).

$$R_{EI} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} \quad (7)$$



Rysunek 35. Schemat wartości ryzyka dla danego etapu oraz interesariusza R_{EI} . (a) cała płaszczyzna, b) trzy warstwy, c) dwie warstwy, d) jedna warstwa)

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 35 przedstawia rozkład wartości ryzyka w zależności od wartości składowych: pilności, trudności i wielkości. Natomiast kolorem zostały oznaczone kategorie ryzyka tolerowane, nieakceptowalne, krytyczne.

Ponadto, aby ocenić poziom bezpieczeństwa inwestycji skorzystano z metody opisanej przez Waltera Shewharta w tzw. kartach kontrolnych Shewharta. Celem głównym kart jest sygnalizowanie odstępstwa od statystycznie stabilnego, wywołanego przez różne przyczyny bez względu na to, czy oddziałują w szczególności na wartość średnią czy też na rozrzut w procesie. Zazwyczaj praktyczne stosowanie kart kontrolnych wiąże się z wykorzystywaniem rutynowo analogicznych analiz dla różnych właściwości (parametrów procesu).

Wykorzystano tutaj Karty kontrolne mediany (Me). W których oblicza się granice kontrolne dla procesu, według następujących wzorów:

$$UCL_{Me} = \overline{Me} + A_4\bar{R} \quad (8)$$

$$LCL_{Me} = \overline{Me} - A_4\bar{R} \quad (9)$$

gdzie:

UCL_{Me} - górna granica kontrolna;

LCL_{Me} - dolna granica kontrolna;

Me – wartość mediany podzbioru. W przypadku zbioru n liczb X_1, X_2, \dots, X_n uporządkowanych w kolejności rosnącej lub malejącej, mediana jest liczbą środkową tego zbioru n , gdy n jest liczbą nieparzystą, albo średnią arytmetyczną dwóch liczb środkowych, gdy n jest liczbą parzystą;

R – rozstęp z podzbioru: różnica między największą i najmniejszą wartością obserwacji w podziorze;

\overline{Me} – wartość średnia z median podzbiorów (obszarów ryzyka);

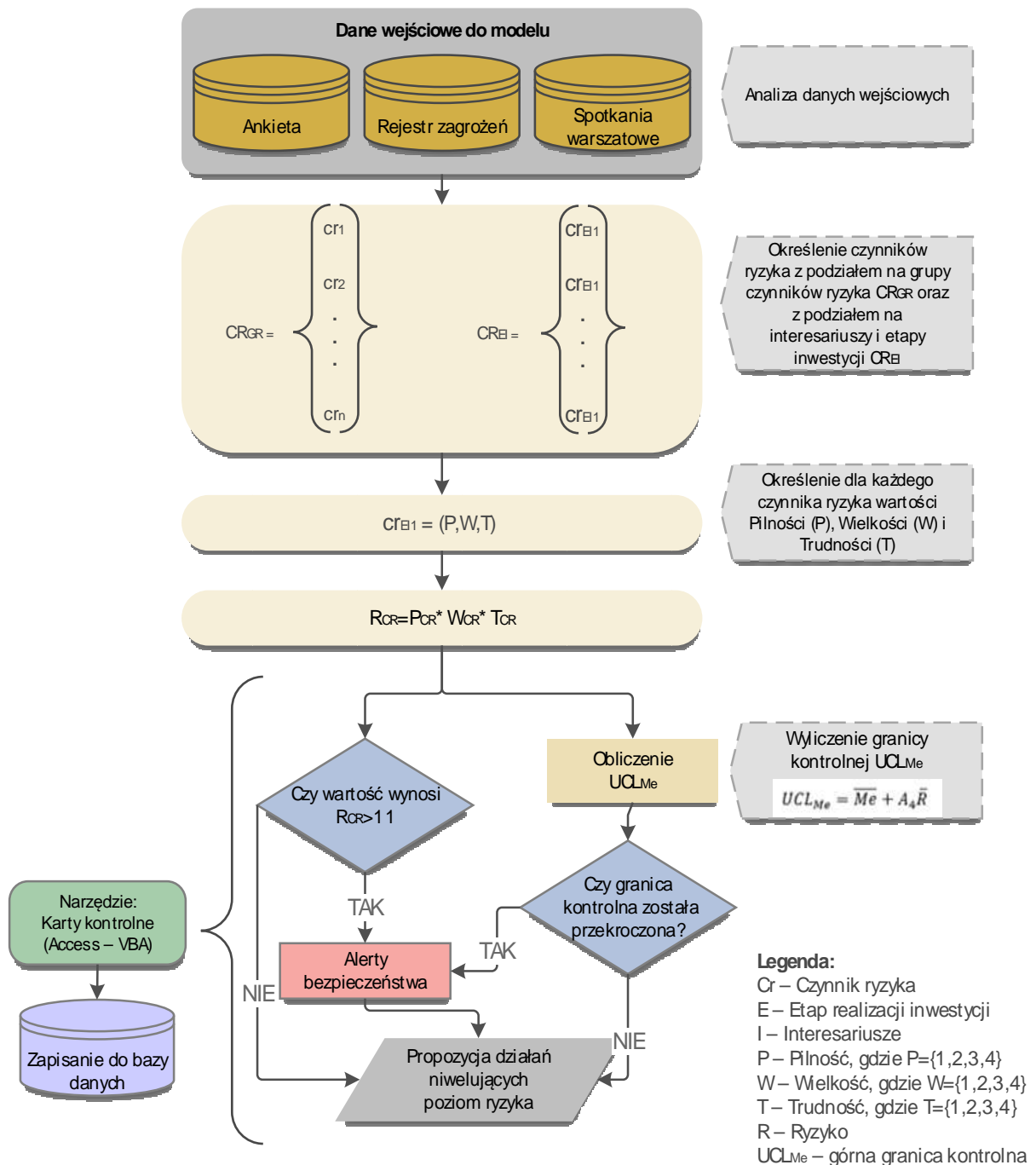
\bar{R} – wartość średnia rozstępów R ze wszystkich podzbiorów;

A_4 – wartość stała podana w normie [114]. Wybrano wartość dla najmniej korzystnego wariantu, czyli dla największej liczebności podzbioru, gdzie $A_4 = 0,36$.

Ze względu na to, że w procesach analizy i oceny ryzyka dąży się do minimalizacji ryzyka, w pracy pominięta została wartość dolnej granicy kontrolnej (LCL_{Me}), ponieważ w zaproponowanym podejściu nie ma potrzeby jej stosowania.

Wyliczona wartość górnej granicy kontrolnej (UCL_{Me}) pozwoli wykryć w analizowanym projekcie obszary zagrożeń, w których poziom ryzyka będzie największy i przekroczy wartość krytyczną. Przekroczenie granicy kontrolnej oznacza, że proces jest nieuregulowany i może być niewydolny. W takim przypadku należy pilnie wprowadzić działania korygujące i minimalizujące ryzyko.

Schemat zaproponowanego podejścia oraz modelu matematycznego przedstawia rysunek 36.



Rysunek 36. Schemat modelu matematycznego

Źródło: opracowanie własne

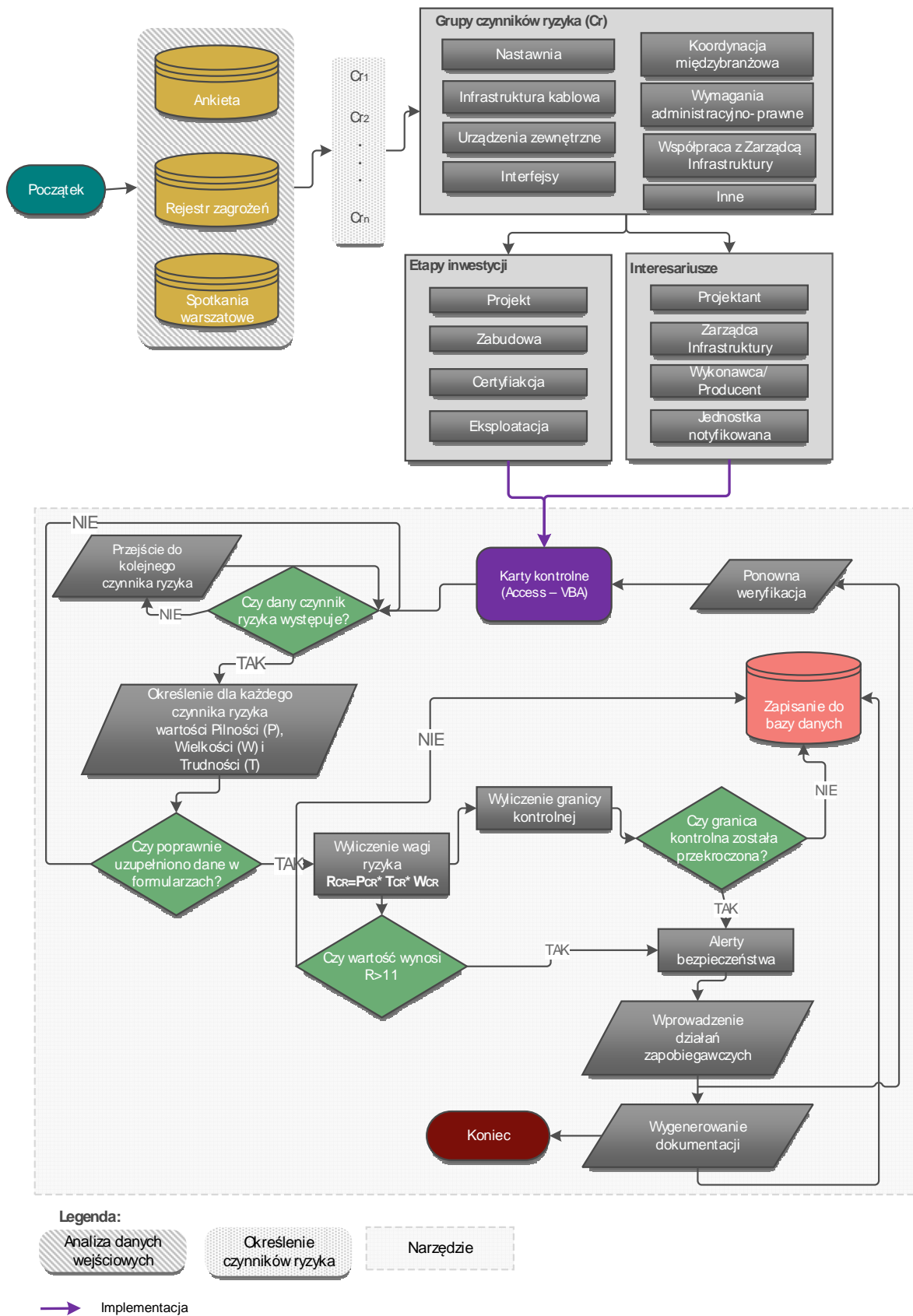
Danymi wejściowymi do przedstawionego modelu są dane zebrane z rejestru zagrożeń, wyniki ankiet oraz dane ze spotkań warsztatowych. Po dogłębnej analizie tych danych określono najważniejsze czynniki ryzyka oraz pogrupowano je w zależności od etapu realizacji inwestycji oraz interesariuszy. Następnie dla każdego czynnika ryzyka określa się wartości Pilności (P_{RC}), Trudności (T_{RC}) oraz Wielkości (W_{RC}). Na tej podstawie wyliczana jest wartość Ryzyka (R_{RC}) oraz granica kontrolna UCL_{Me} . W zależności od wyników

pojawiają się alerty bezpieczeństwa, oraz ewentualna propozycja działań, które należy przeprowadzić w celu zniwelowania poziomu ryzyka.

6.2 Schemat metody

Z przeprowadzonej analizy wynika, iż zaproponowana metoda najlepiej określa ryzyko w inwestycjach kolejowych obejmujących podsystem sterowanie, ponieważ została opracowana na podstawie danych zebranych bezpośrednio od kompetentnych i doświadczonych interesantów, projektantów, producentów systemów srk.

Zastosowane są także w tej metodzie takie czynniki jak intuicja i wiedza ekspercka pozwalające ustalić wartość oraz kryteria poszczególnych czynników ryzyka, natomiast dalsze kroki realizowane są już według zasad określonych w opisie metody jak i zaprojektowanego narzędzia. W metodzie zastosowano podejście kart kontrolnych Sheharta, w celu kontroli i nadzoru procesu inwestycyjnego. Szczegółowy schemat metody przedstawiony został na rysunku 37 z wyszczególnieniem poszczególnych etapów i obszarów autorskiej metody analizy ryzyka w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym.



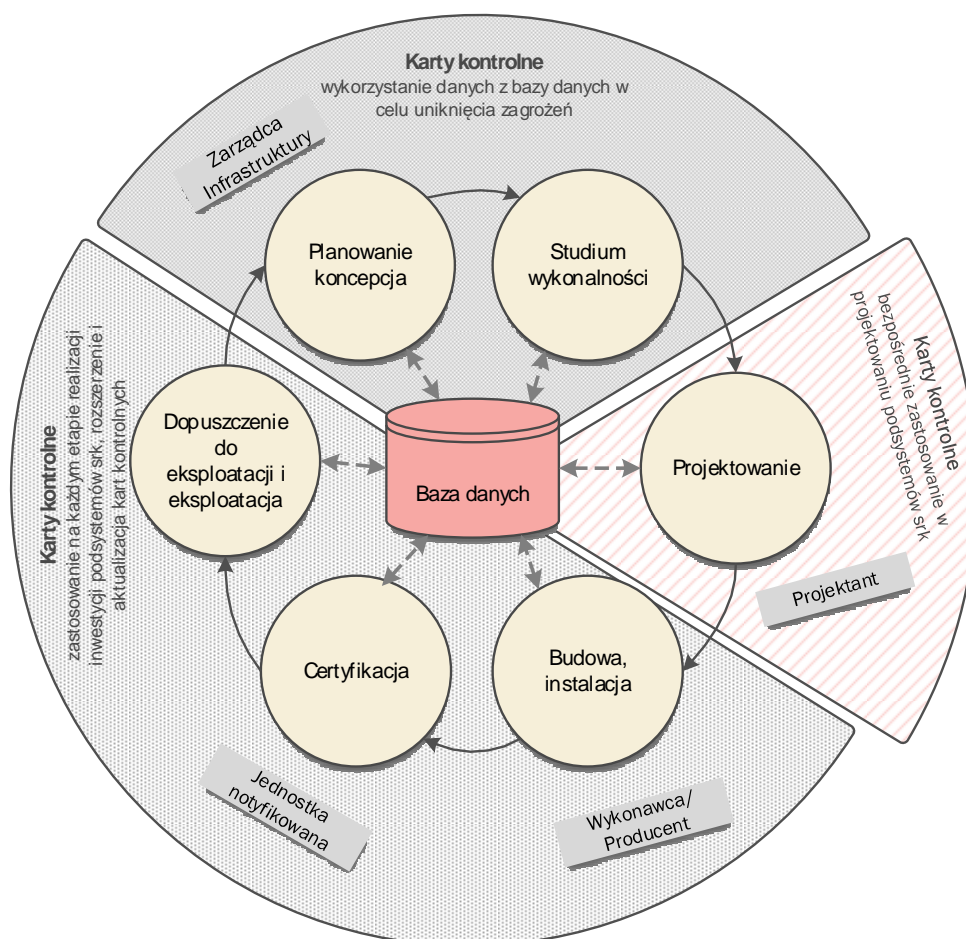
Rysunek 37. Schemat metody analizy ryzyka

Źródło: opracowanie własne

7. Implementacja metody

7.1. Założenia ogólne

W celu implementacji metody przygotowany został program, który zawiera formularze odzwierciedlające tzw. karty kontrolne, które będą dedykowane dla różnych interesariuszy w zależności od etapu realizacji inwestycji. Formularze te pozwolą na poszczególnych etapach trwania inwestycji zniwelować poziom ryzyka poprzez wskazanie najczęściej występujących ryzyk oraz zalecenia wprowadzenia zmian, które pozwolą uniknąć wystąpienia poszczególnych ryzyk. Podstawowym źródłem informacji związanych z kartami kontrolnymi były dane pozyskane na spotkaniach warsztatowych, wyniki ankiet, jak i dostępna literatura, opracowania instytucji oraz uczelni zajmujących się analizami ryzyka. Na rysunku 38 przedstawiono etapy kolejowego procesu inwestycyjnego z wyszczególnieniem lokalizacji zaproponowanej metody analizy ryzyka.



Rysunek 38. Miejsce metody w procesie inwestycyjnym obejmującym podsystem srk.

Źródło: opracowanie własne

7.2. Opracowanie narzędzia, kart kontrolnych

W celu przygotowania kart kontrolnych, które są implementacją metody zaproponowanej w pracy, wykorzystano program MS Access. Program ten umożliwia zaprogramowanie formularzy, czyli kart kontrolnych przy wykorzystaniu języka VBA (Visual Basic for Applications). Dodatkowo program MS Access zapisuje wszystkie wyniki kart kontrolnych w bazie danych, dzięki czemu mogą być wykorzystane do analiz oraz w każdej chwili można wrócić do danych zebranych podczas korzystania z narzędzia. Na rysunku 39 przedstawione zostało okno z programu MS Access, które jest widoczne bezpośrednio po uruchomieniu zaprojektowanego narzędzia.



Rysunek 39. Okno zaprojektowane w MS Access, pojawiające się po otwarciu programu.

Źródło: opracowanie własne

Narzędzie zostało przedstawione dla interesariuszy na etapie projektowania. Pozostałe etapy zostały pominięte, ponieważ z badań oraz przeprowadzonych analiz wynika, że na etapie projektowania występuje najwięcej zagrożeń. Narzędzie daje możliwość wprowadzenia kolejnych funkcjonalności, może zostać rozszerzone o kolejne etapy realizacji inwestycji oraz nowych interesariuszy.

W załączniku nr 3 do niniejszej pracy umieszczona została instrukcja do zaprojektowanego narzędzia w programie MS Access.

Aby otworzyć poszczególne karty kontrolne należy wybrać rolę oraz etap realizacji inwestycji. Dodatkowo należy wybrać projekt / inwestycję, dla której ma być przeprowadzona analiza. Jeżeli w polu rozwijalnym „wybierz projekt” nie ma projektu, który nas interesuje to należy go dodać poprzez wejście w „Zarządzanie projektami”. Funkcja „zarządzania

projektami” pozwala dodawać lub usuwać projekty, oraz można też zmienić nazwę projektu (rysunek 40).

Karty kontrolne w procesie inwestycyjnym

Zarządzaj projektami

Uzupełnij imię oraz nazwisko

Wypełniający Projektant 1

Zatwierdzający Zatwierdzający 1

Wybierz swoją rolę

Projektant

Wybierz etap

Projektowanie część I

Wybierz projekt

Stacja [redacted] (projekt budowlany)

Otwórz formularz

POMOC

Administrator

Rysunek 40. Drugie okno programu, umożliwiające zarządzanie projektami, wybór odpowiedniego projektu i otwarcie kart kontrolnych.

Źródło: opracowanie własne

Należy również wpisać imię i nazwisko osoby wypełniającej oraz osoby zatwierdzającej karty kontrolne. Wpisując te dane na pierwszej stronie, zostaną one automatycznie uzupełnione na każdej karcie kontrolnej wraz z datą i godziną utworzenia.

Dla projektanta występują dwa etapy: projektowanie część 1 oraz projektowanie część 2. Wynika to z tego, że najwięcej ryzyk oraz kart kontrolnych jest dedykowane dla projektantów.

Po wpisaniu wszystkich informacji oraz wyborze projektu, należy przejść dalej poprzez przycisk „Otwórz formularz”.

Program jest podzielony na obszary (grupy ryzyk), które są przedstawione na oddzielnych kartach kontrolnych. Wszystkie karty kontrolne należy wypełnić dla jednego projektu (procesu inwestycyjnego).

Każda karta kontrolna składa się z pytań dotyczących różnych czynników ryzyka. Należy odpowiedzieć na każde pytanie wybierając z pola rozwijalnego odpowiedź: Tak, Nie lub Nie

dotyczy. Jeżeli odpowiedź jest „Nie” to pojawią się dodatkowe pytania lub też pojawią się komunikaty zapisane czerwoną czcionką, z informacją, co należy zrobić, aby zniwelować ryzyko. Poniżej również można wybrać lub wpisać działania, jakie zostały już wprowadzone w celu zniwelowania ryzyka. Dodatkowo poniżej w programie pojawiają się pola, w których dla każdego pytania należy określić wskaźniki: pilność (P), trudności (T), oraz wielkości (W). Po określeniu wartości dla trzech wskaźników program sam wskaże w polu „waga” wartość ryzyka dla tego czynnika ryzyka. Wartość ta w zależności od poziomu zaznaczona jest w odpowiednim kolorze zgodnie z tabelą 8 w rozdziale 6.1.

I. Etap projektowania - Projektant część I Nazwa projektu: Stacja [REDAKTOWANE] (projekt budowlany)

1. Nastawnia | 2. Infrastruktura kablowa | 3. Urządzenia zewnętrzne | 4. Interfejsy | 5. Koordynacja międzybranżowa | 6. Wymagania administracyjno prawne | Podsumowanie

1. Czy zaprojektowano kable sterujące tak, aby nie były ułożone w tych samych kanałach, co kable trakcyjne oraz zasilające? Odpowiedź: **TAK**

2. Czy w projekcie uwzględniono miejsce / przepusty na kable systemów SRK? Odpowiedź: **TAK**

3. Czy trasy kablowe zostały zaprojektowane tak, aby nie występowały kolizje z odwodnieniem liniowym? Odpowiedź: **NIE**
Zmień projekt i zweryfikuj go z projektem odwodnienia liniowego.

4. Czy projekt rozmieszczenia kabli zrealizowano tak, aby nie kolidowały one z rozmieszczeniem kabli z kablami innych branż lub zastanymi kablami? Odpowiedź: **NIE**
Usuń wszystkie kolizje kablowe w projekcie.
Sprawdź i podaj ile kolizji kablowych jest w projekcie? 293

Wykonane czynności: Poprawiono projekt

Wykonane czynności:

Określ wskaźnik:	PILNOŚĆ	TRUDNOŚĆ	WIELKOŚĆ	WAGA
	3	2	1	6

5. Czy wszystkie zaprojektowane kable będą spełniały wymagania normy z wymaganiami dot. palności kabli? Odpowiedź: **TAK**

Określ wskaźnik:	PILNOŚĆ	TRUDNOŚĆ	WIELKOŚĆ	WAGA
	3	2	2	12

Rysunek 41. Karty kontrolne zaprojektowane w programie MS Access.

Źródło: opracowanie własne

Po wypełnieniu każdej karty należy przejść do karty pt. podsumowanie, gdzie automatycznie wyliczone zostaną wskaźniki oraz wyliczona zostanie górna granica kontrolna (UCL_{Me}). Dodatkowo w karcie z podsumowaniem znajdują się wyniki obejmujące wszystkie czynniki ryzyka występujące w analizowanym projekcie (procesie inwestycyjnym) i pojawiają się stosowne alerty bezpieczeństwa. Obszary, które przekroczą wartość granicy kontrolnej (UCL_{Me}) wymagają pilnej interwencji i wprowadzenia działań korygujących, natomiast wszystkie obszary, w których występuje zagrożenie należy kontrolować i wprowadzić działania minimalizujące ryzyko.

8. Weryfikacja metody

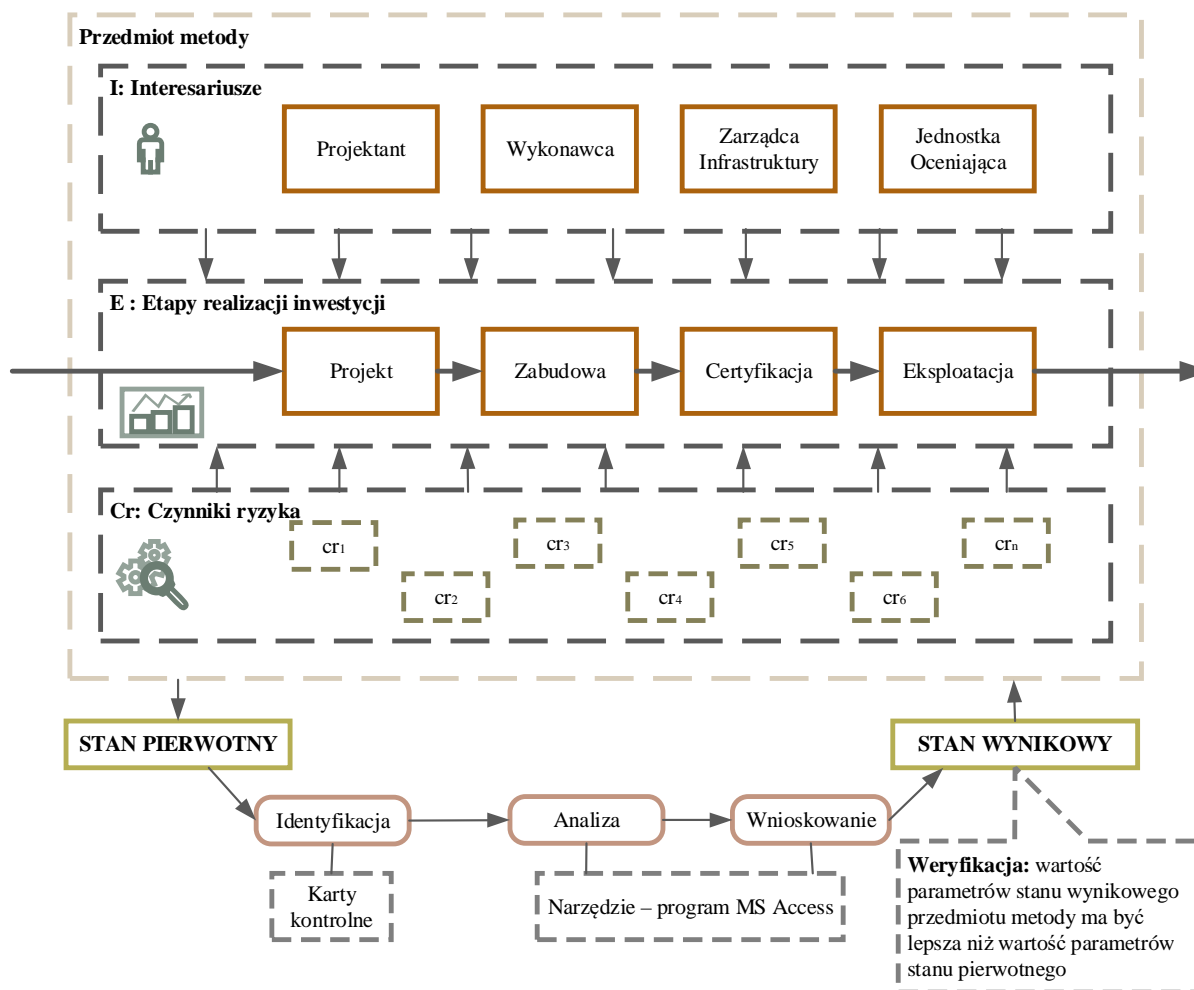
8.1 Założenia ogólne

W celu weryfikacji metody oraz udowodnienia tezy rozprawy: „*Metoda analizy ryzyka wykrywająca zagrożenia na wczesnym etapie realizacji inwestycji pozwala zwiększyć poziom bezpieczeństwa realizacji inwestycji wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym*” należy wykazać, że przedstawiona metoda oraz zaprojektowane narzędzie pozwala wykryć ryzyka na wczesnych etapach realizacji inwestycji, co wpływa na zwiększenie poziomu bezpieczeństwa tej inwestycji.

W tym celu należy przeanalizować wybrane projekty, aby zidentyfikować czynniki ryzyka oraz zagrożenia, które w późniejszym etapie realizacji inwestycji mogłyby mieć negatywny wpływ na bezpieczeństwo inwestycji oraz jej efektywność. Poniżej przedstawiono schemat weryfikacji metody zastosowany w pracy (Rysunek 42).

Cel weryfikacji brzmi następująco: sumaryczna wartość parametrów stanu wynikowego przedmiotu metody ma być mniejsza niż wartość parametrów stanu pierwotnego.

W ramach weryfikacji metody, nawiązano współpracę z przemysłem w celu przekazania narzędzia do doświadczonego biura projektowego, które w procesach inwestycyjnych obejmujących systemy srk przetestuje narzędzie na etapie projektu, co pozwoli ocenić skuteczność oraz wpływ na bezpieczeństwo realizacji inwestycji.



Rysunek 42. Schemat weryfikacji metody

Źródło: opracowanie własne

Podczas weryfikacji projektu przez uprawnionych projektantów z biura projektowego zgłoszone zostały propozycje zmian w programie. Wszystkie zgłoszone uwagi zostały uwzględnione i wprowadzone do programu. Wykaz wprowadzonych zmian przedstawiony został w tabeli 12.

Tabela 12. Wykaz zmian w programie zaproponowanych przez biuro projektowe po przeprowadzonej weryfikacji narzędzia

Lp.	Propozycja wprowadzenia zmiany	Komentarz
1.	Zmiana sformułowanie pytania 1 w karcie „urządzenia zewnętrzne”	Doprecyzowane zostało pytanie dot. kolizji sygnalizatorów z konstrukcjami wsporczymi
2.	Dodanie pytania 3 w karcie „wymagania administracyjno-prawne”	Wprowadzono pytanie: Jeżeli przepisy prawne uległy zmianom, to czy zmiany te nie miały wpływu na projekt?

Lp.	Propozycja wprowadzenia zmiany	Komentarz
3.	Dodanie opcji odpowiedzi „nie dotyczy” w pytaniu 2 w karcie „współpraca z zarządcą infrastruktury”	Opcja „nie dotyczy” musi być wprowadzona, ponieważ to pytanie nie dotyczy np. projektów budowlanych
4.	Zmiana sformułowania pytania 4 w karcie „współpraca z zarządcą infrastruktury”	Pytanie było niezgodne z komunikatami, które pojawiały się po wybraniu odpowiedzi „Nie”
5.	Zmiana pytania 5 w karcie „Inne”	Doprecyzowano pojęcie projekt, jako opracowanie dokumentacji projektowej
6.	Zmiana pytania 1 w karcie „Koordynacja branżowa”	Doprecyzowanie dot. efektów współpracy i koordynacji międzybranżowej
7.	Zmiana pytania 5 w karcie „Inne”	Pytanie 5 rozdzielone zostały na dwa oddzielne pytania
8.	Zmiana pytania 4 w karcie „Infrastruktura kablowa”	Rozszerzono pytanie o kolizje kablowe z zastanymi istniejącymi kablami

Źródło: opracowanie własne

Narzędzie zastosowano do czterech projektów inwestycyjnych na etapie projektowania i dla każdego z nich przedstawiono wyniki. Ze względu na dane poufne, będące tajemnicą przedsiębiorstwa w pracy przedstawiono projekty bez podania nazw oraz szczegółowych informacji na temat analizowanych inwestycji.

Poniżej opisane zostały cztery procesy inwestycyjne, do których zastosowano narzędzie oraz przedstawione zostały wyniki przeprowadzonych analiz.

8.2 Analiza ryzyka dla projektu budowlanego dużej stacji węzłowej

Pierwszy proces inwestycyjny obejmuje przygotowanie projektu budowlanego dużej stacji węzłowej. Inwestycja obejmuje kompleksową przebudowę ok 30 km torów, 130 rozjazdów i sieć trakcyjną. Na rysunku 43 przedstawiono zrzuty z programu, który został wykorzystany do analizy ryzyka dla poszczególnych projektów.

I. Etap projektowania - Projektant część II

Nazwa projektu: Stacja [redacted] (projekt budowlany)

7. Współpraca z Zarządcą Infrastruktury | 8. Inne | Podsumowanie

Drukuj

Podsumowanie

Obszary	Wagi czynników ryzyka w danym obszarze						Me	R
	1	2	3	4	5	6		
1. Nastawnia (część I)	TAK	TAK	TAK	ND	8	TAK	8	8
2. Infrastruktura kablowa (część I)	TAK	TAK	6	12	TAK	-	9	6
3. Urządzenia zewnętrzne (część I)	3	3	3	TAK	12	-	3	9
4. Interfejsy (część I)	ND	ND	ND	-	-	-		
5. Koordynacja międzybranżowa (część I)	TAK	TAK	-	-	-	-		
6. Wymagania administracyjno prawne (część I)	TAK	27	TAK	TAK	-	-	27	27
7. Współpraca z Zarządcą Infrastruktury	TAK	TAK	TAK	18	-	-	18	18
8. Inne	TAK	18	TAK	TAK	TAK	-	18	18

*pola z oznaczeniem "POPRAW" wymagają korekty...
pola z wartością "TAK" oraz "ND" oznaczają brak zagrożeń w danym obszarze lub dany obszar nie ma zastosowania w analizowanym projekcie

Otwórz pierwszą część

UCL_{Me} - wartość granicy kontrolnej

Me - wartość mediany obszaru

R - rozstęp podzbioru

\bar{Me} - wartość średnia median z obszarów

\bar{R} - wartość średnia rozstępów ze wszystkich obszarów

Granica kontrolna dla $A_4 = 0,36$

$UCL_{Me} = \bar{Me} + A_4 \bar{R} =$ 21,06

Wartość czynników ryzyka powinna być mniejsza od UCL_{Me} .

Kolor	Znaczenie
Green	Poziom ryzyka akceptowalny – działania podejmowane w formie dobrowolnej, wymaga monitorowania
Yellow	Poziom ryzyka nieakceptowalny – wprowadzenie działań korygujących jest konieczne, ale mogą być przesunięte w czasie, wymaga stałego monitorowania
Red	Poziom ryzyka krytyczny – wymaga natychmiastowego działania

Podsumowanie	Wartość [%]
Zagrożenia, które nie występują w analizowanym projekcie (TAK)	59
Zagrożenia, które nie dotyczą danego projektu (ND)	12
Zagrożenia, które występują w analizowanym projekcie	29

W procesie poddanym analizie na etapie projektowania 50% zaistniałych zagrożeń przekracza tolerowaną wartość ryzyka ($R \geq 12$).

Obszary, które przekroczyły wartość 21,06 wymagają pilnej weryfikacji i wprowadzenia natychmiastowych działań korygujących poziom zagrożenia.

Sprawdź obszary zagrożeń i wprowadź działania naprawcze!

Imię i nazwisko osoby wypełniającej

Projektant 1

Podpis osoby wypełniającej

Data utworzenia

Rysunek 43. Podsumowanie analizy pierwszego procesu inwestycyjnego (projekt budowlany stacji)

Proces inwestycyjny, który został poddany analizie przy wykorzystaniu zaprojektowanego narzędzia jest procesem rozbudowanym i skomplikowanym, w związku z tym analizowany projekt wykazał najwięcej czynników ryzyka. Pięć z czynników ryzyka mają poziom akceptowalny, więc wprowadzenie działań niwelujących jest dobrowolne, natomiast te czynniki powinny być stale monitorowane.

Cztery czynniki ryzyka przekroczyły wartość akceptowalną i dotyczyły następujących zagrożeń:

- wykryto kolizje kablowe z kablami innych branż, w związku z tym zaplanowano zmiany w projekcie, natomiast zmiany są dosyć trudne i skomplikowane, w związku z tym wartość czynnika ryzyka przekroczyła wartość akceptowalną;
- wykryto błędne zaprojektowanie rozmieszczenia szaf torowych i kontenerów, w związku z tym wprowadzono zmianę do projektu pod kątem rozmieszczenia szaf torowych z zachowaniem skrajni;

- błędnie zostały określone granice projektowanej linii kolejowej, co wymaga konsultacji i ustaleń granic z Zamawiającym;
- projekt obejmuje obszary dwóch zarządców infrastruktury, w związku, z czym projekt wymaga konsultacji projektu z każdym z zarządców.

Ponadto w analizowanym projekcie jeden czynnik ryzyka osiągnął wartość krytyczną, gdyż w trakcie realizacji projektu wymagania prawne uległy zmianom, co wpłynęło między innymi na zmiany długości dróg hamowania. Wprowadzenie takiej zmiany w praktycznie gotowym projekcie jest trudne i czasochłonne, natomiast zmiana dróg hamowania ma bardzo duży wpływ na bezpieczeństwo, w związku z tym parametr osiągnął krytyczny poziom ryzyka i przekroczył wartość granicy kontrolnej. W tej sytuacji wymagane są pilne działania niwelujące ryzyko. Ten czynnik ryzyka nie jest zależny od samego projektanta, natomiast pokazuje, jak duży wpływ na projektowanie oraz bezpieczeństwo mają zmiany przepisów prawnych.

W analizowanym projekcie występuje 29% czynników zagrożeń. Dodatkowo połowa z wykrytych czynników ryzyka przekracza akceptowalny poziom ryzyka i wymaga wprowadzenia pilnych działań niwelujących poziom ryzyka. Wykrycie niniejszych czynników ryzyka, a co za tym idzie wprowadzenie działań korygujących i zapobiegawczych, wpływa na wzrost poziomu bezpieczeństwa realizacji inwestycji.

8.3 Analiza ryzyka dla projektu wykonawczego fragmentu linii SKM wraz ze stacją

Kolejny analizowany projekt obejmował projekt wykonawczy fragmentu linii kolejowej wraz ze stacją Szybkiej Kolei Miejskiej. Wynik oceny przedstawiono na rysunku nr 44.

Analizowany proces inwestycyjnym na etapie projektowania nie był skomplikowany porównując do innych analizowanych projektów. Podczas analizy projektu zauważono dwa obszary gdzie czynniki zagrożeń osiągają poziom ryzyka nieakceptowalny:

- jeden obszar dotyczył błędu, który się pojawił w projekcie w zakresie braku widoczności sygnalizatora, aby zniwelować poziom ryzyka zaplanowano zmianę projektu i przesunięcie semafora;
- drugi obszar, w którym czynnik ryzyka przekroczył akceptowalny poziom dotyczył znacznego przekroczenia harmonogramów realizacji prac. Aby zniwelować ryzyko wprowadzono działania pozwalające w pewnym stopniu nadrobić czas realizacji prac.

Drukuj
Otwórz pierwszą część

Podsumowanie

Obszary	Wagi czynników ryzyka w danym obszarze						Me	R
	1	2	3	4	5	6		
1. Nastawnia (część I)	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK		
2. Infrastruktura kablowa (część I)	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK		
3. Urządzenia zewnętrzne (część I)	TAK	TAK	TAK	24	TAK	-	24	24
4. Interfejsy (część I)	TAK	TAK	TAK	-	-	-		
5. Koordynacja międzybranżowa (część I)	TAK	TAK	-	-	-	-		
6. Wymagania administracyjno prawne (część I)	TAK	TAK	TAK	TAK	-	-		
7. Współpraca z Zarządcą Infrastruktury	TAK	TAK	TAK	TAK	-	-		
8. Inne	TAK	TAK	TAK	12	TAK	-	12	12

*pola z oznaczeniem "POPRAW" wymagają korekty...
pola z wartością "TAK" oraz "ND" oznaczają brak zagrożeń w danym obszarze lub dany obszar nie ma zastosowania w analizowanym projekcie

<p>UCL_{Me} - wartość granicy kontrolnej</p> <p>Me - wartość mediany obszaru</p> <p>R - rozstęp podzbioru</p> <p>\bar{Me} - wartość średnia median z obszarów 18,00</p> <p>\bar{R} - wartość średnia rozstępów ze wszystkich obszarów 12,00</p> <p>Granica kontrolna dla $A_4 = 0,36$</p> <p>$UCL_{Me} = \bar{Me} + A_4\bar{R} =$ 22,32</p> <p>Wartość czynników ryzyka powinna być mniejsza od UCL_{Me}.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Kolor</th> <th>Znaczenie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td>Poziom ryzyka akceptowalny – działania podejmowane w formie dobrowolnej, wymaga monitorowania</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFD700;"></td> <td>Poziom ryzyka nieakceptowalny – wprowadzenie działań korygujących jest konieczne, ale mogą być przesunięte w czasie, wymaga stałego monitorowania</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF0000;"></td> <td>Poziom ryzyka krytyczny – wymaga natychmiastowego działania</td> </tr> </tbody> </table> <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Podsumowanie</th> <th>Wartość [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zagrożenia, które nie występują w analizowanym projekcie (TAK)</td> <td style="text-align: right;">94</td> </tr> <tr> <td>Zagrożenia, które nie dotyczą danego projektu (ND)</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Zagrożenia, które występują w analizowanym projekcie</td> <td style="text-align: right;">6</td> </tr> </tbody> </table>	Kolor	Znaczenie		Poziom ryzyka akceptowalny – działania podejmowane w formie dobrowolnej, wymaga monitorowania		Poziom ryzyka nieakceptowalny – wprowadzenie działań korygujących jest konieczne, ale mogą być przesunięte w czasie, wymaga stałego monitorowania		Poziom ryzyka krytyczny – wymaga natychmiastowego działania	Podsumowanie	Wartość [%]	Zagrożenia, które nie występują w analizowanym projekcie (TAK)	94	Zagrożenia, które nie dotyczą danego projektu (ND)	0	Zagrożenia, które występują w analizowanym projekcie	6
Kolor	Znaczenie																
	Poziom ryzyka akceptowalny – działania podejmowane w formie dobrowolnej, wymaga monitorowania																
	Poziom ryzyka nieakceptowalny – wprowadzenie działań korygujących jest konieczne, ale mogą być przesunięte w czasie, wymaga stałego monitorowania																
	Poziom ryzyka krytyczny – wymaga natychmiastowego działania																
Podsumowanie	Wartość [%]																
Zagrożenia, które nie występują w analizowanym projekcie (TAK)	94																
Zagrożenia, które nie dotyczą danego projektu (ND)	0																
Zagrożenia, które występują w analizowanym projekcie	6																

W procesie poddanym analizie na etapie projektowania 100% zaistniałych zagrożeń przekracza tolerowaną wartość ryzyka (R_{CR}≥12).
Obszary, które przekroczyły wartość 22,32 wymagają pilnej weryfikacji i wprowadzenia natychmiastowych działań korygujących poziom zagrożenia.
Sprawdź obszary zagrożeń i wprowadź działania naprawcze!

Imię i nazwisko osoby wypełniającej: Projektant 1 Podpis osoby wypełniającej: Data utworzenia:

Rysunek 44. Podsumowanie analizy drugiego procesu inwestycyjnego (projekt wykonawczy fragmentu linii kolejowej wraz ze stacją SKM)

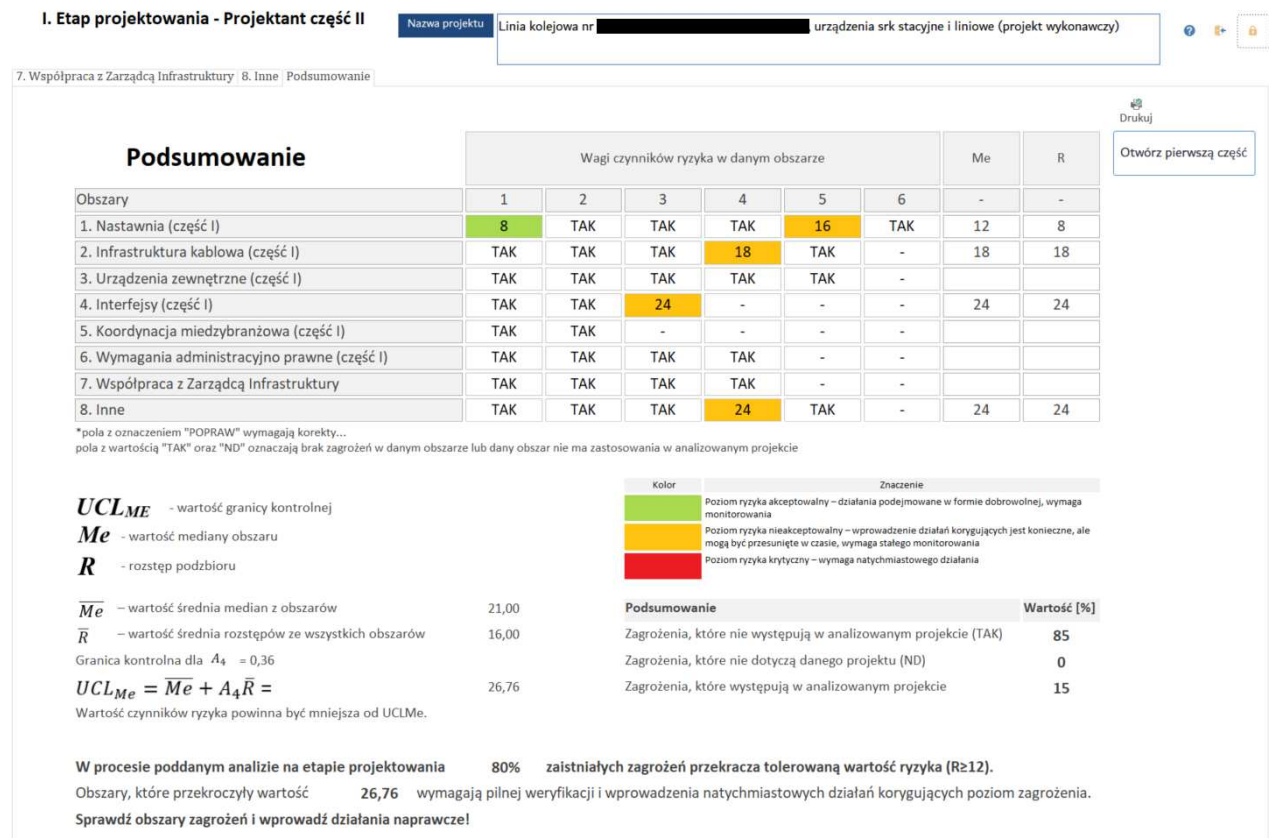
Po przeprowadzonych obliczeniach pod kątem bezpieczeństwa inwestycji jedna wartość czynnika ryzyka przekroczyła wartość granicy kontrolnej $UCL_{Me} = 22,32$, w związku z tym należy wprowadzić natychmiastowe działania związane ze zmianą lokalizacji semafora w projekcie. Ponieważ ten czynnik ryzyka może mieć bardzo duży wpływ na bezpieczeństwo na kolejnych etapach realizacji inwestycji.

W analizowanym projekcie wykryto 6% czynników ryzyka, natomiast wszystkie wykryte czynniki ryzyka przekraczają poziom akceptowalny ryzyka ($R_{CR} \geq 12$), w związku z tym wymagają wprowadzenia działań korygujących i niwelujących poziom ryzyka.

8.4 Analiza ryzyka dla projektu wykonawczego modernizacji linii kolejowej A

Projekt obejmuje odcinek linii kolejowej od długości ok 50 km wraz ze stacjami i przystankami osobowymi. Dodatkowo, m.in. dla zwiększenia bezpieczeństwa w ruchu

kolejowym, budowane są cztery nowe nastawnie. Po włączeniu nowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym, pociągi pojadą z prędkością do 100 km/h. Prace obejmują również 38 przejazdów kolejowo-drogowych. Wartość całej inwestycji to ok 265 mln zł. Na rysunku 45 przedstawiono wyniki i podsumowanie analizy procesu inwestycyjnego obejmującego projekt wykonawczy modernizacji linii kolejowej A.



Rysunek 45. Podsumowanie analizy trzeciego procesu inwestycyjnego (projekt wykonawczy modernizacji linii kolejowej A)

Weryfikacja projektu wykazała, że w czterech obszarach poziom ryzyka został określony, jako nieakceptowalny dla danej inwestycji i należy wprowadzić działania niwelujące poziom ryzyka, są to następujące ryzyka:

- projekt nastawni zawierał kolizję dot. rozmieszczenia urządzeń srk z urządzeniami klimatyzatora, w związku z tym zastosowano osłonę urządzeń srk od zbyt blisko zainstalowanej jednostki klimatyzatora;
- w projekcie pojawiły się kolizje kablowe (20 kolizji), w związku z tym zaplanowano poprawienie projektu i usunięcie wszystkich kolizji kablowych;

- brak dokumentów producentów systemu srk, co uniemożliwia zaprojektowanie interfejsów. Wystąpiono o udostępnienie wymaganych dokumentów do producentów systemów srk;
- przekroczony został harmonogram realizacji prac i niestety nie da się wprowadzić działań, które mogłyby zniwelować ten czynnik ryzyka

W analizowanym projekcie wykryto 15% czynników ryzyka, natomiast 80% z nich przekracza poziom akceptowalny ryzyka ($R_{CR} \geq 12$). W jednym obszarze pojawiło się ryzyko na poziomie akceptowalnym, natomiast należy takie ryzyka również monitorować.

8.5 Analiza ryzyka dla projektu wykonawczego modernizacji linii kolejowej B

Rewitalizacja i elektryfikacja obejmuje ok 48 km linii kolejowej. Dodatkowo w ramach zadania odbudowany zostanie 30 kilometrowy nieczynny odcinek toru. Inwestycja obejmie 52 obiekty inżynierskie oraz modernizację 38 przejazdów kolejowo-drogowych. Wartość umowy to ponad 600 mln zł. Na rysunku 46 przedstawiono widok programu, który obrazuje wyniki przeprowadzonej analizy na etapie projektowania dla inwestycji obejmującej modernizację linii kolejowej B.

Analiza projektu pozwoliła wykryć dwa czynniki ryzyka przekraczające poziom akceptowalny, są to następujące czynniki:

- projekt nie obejmował projektu interfejsów, które są niezbędne do współdziałania systemów srk. Projekt zostanie uzupełniony o brakujące interfejsy, co między innymi wpływa na koszt realizacji projektu;
- projekt zdecydowanie przekroczył terminy realizacji ustalone w harmonogramie prac. Nie da się wprowadzić działań, które mogłyby zniwelować powstały czynnik ryzyka.

Drukuj

Otwórz pierwszą część

Podsumowanie

Obszary	Wagi czynników ryzyka w danym obszarze						Me	R
	1	2	3	4	5	6	-	-
1. Nastawnia (część I)	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK		
2. Infrastruktura kablowa (część I)	TAK	TAK	TAK	8	TAK	-	8	8
3. Urządzenia zewnętrzne (część I)	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	-		
4. Interfejsy (część I)	12	TAK	TAK	-	-	-	12	12
5. Koordynacja międzybranżowa (część I)	TAK	TAK	-	-	-	-		
6. Wymagania administracyjno prawne (część I)	TAK	TAK	TAK	TAK	-	-		
7. Współpraca z Zarządcą Infrastruktury	TAK	TAK	TAK	TAK	-	-		
8. Inne	TAK	TAK	TAK	24	TAK	-	24	24

*pola z oznaczeniem "POPRAW" wymagają korekty...
pola z wartością "TAK" oraz "ND" oznaczają brak zagrożeń w danym obszarze lub dany obszar nie ma zastosowania w analizowanym projekcie

UCL_{Me} - wartość granicy kontrolnej

Me - wartość mediany obszaru

R - rozstęp podzbioru

\bar{Me} - wartość średnia median z obszarów

12,00

\bar{R} - wartość średnia rozstępów ze wszystkich obszarów

16,00

Granica kontrolna dla $A_4 = 0,36$

$UCL_{Me} = \bar{Me} + A_4 \bar{R} =$

17,76

Wartość czynników ryzyka powinna być mniejsza od UCL_{Me} .

Kolor	Znaczenie
	Poziom ryzyka akceptowalny – działania podejmowane w formie dobrowolnej, wymaga monitorowania
	Poziom ryzyka nieakceptowalny – wprowadzenie działań korygujących jest konieczne, ale mogą być przesunięte w czasie, wymaga stałego monitorowania
	Poziom ryzyka krytyczny – wymaga natychmiastowego działania

Podsumowanie	Wartość [%]
Zagrożenia, które nie występują w analizowanym projekcie (TAK)	91
Zagrożenia, które nie dotyczą danego projektu (ND)	0
Zagrożenia, które występują w analizowanym projekcie	9

W procesie poddanym analizie na etapie projektowania 67% zaistniałych zagrożeń przekracza tolerowaną wartość ryzyka ($R \geq 12$).

Obszary, które przekroczyły wartość 17,76 wymagają pilnej weryfikacji i wprowadzenia natychmiastowych działań korygujących poziom zagrożenia.

Sprawdź obszary zagrożeń i wprowadź działania naprawcze!

Imię i nazwisko osoby
wypełniającej

Projektant 1

Podpis osoby
wypełniającej

Data
utworzenia

Rysunek 46. Podsumowanie analizy trzeciego procesu inwestycyjnego (projekt wykonawczy modernizacji linii kolejowej B)

W analizowanym projekcie wykryto 9% czynników ryzyka, natomiast 67% z nich przekracza poziom akceptowalny ryzyka ($R_{CR} \geq 12$). Czynniki ryzyka dot. przekroczenia harmonogramu realizacji projektu przekracza wartość granicy kontrolnej, więc należy wprowadzić wszystkie możliwe działania, aby ograniczyć wpływ tego czynnika na bezpieczeństwo inwestycji.

Po przeprowadzonej analizie projektów przy użyciu narzędzia, stwierdza się, że zastosowana metoda oraz zaprojektowane narzędzie pozwala wykryć czynniki ryzyka oraz obliczyć ich wartość dla danego projektu. Dodatkowo narzędzie daje możliwość zaplanowania działań niwelujących poziom ryzyka, jak i monitorowanie tych ryzyk. W tabeli 13 przedstawione zostało zestawienie wyników z przeanalizowanych projektów.

Tabela 13. Porównanie wyników analizowanych projektów

Lp.	Nazwa projektu	Procent wykrytych czynników ryzyka	Procent ze wszystkich wykrytych czynników ryzyka, których wartość przekroczyły wartość akceptowalną ($R \geq 12$)	Poziom bezpieczeństwa inwestycji po zastosowaniu metody
1.	Stacja węzłowa (projekt budowlany)	29%	50%	Wzrost o 29% wykrytych czynników ryzyka
2.	Stacja oraz linia kolejowa SKM (projekt wykonawczy)	6%	100%	Wzrost o 6% wykrytych czynników ryzyka
3.	Linia kolejowa A (projekt wykonawczy)	15%	80%	Wzrost o 15% wykrytych czynników ryzyka
4.	Linia kolejowa B (projekt wykonawczy)	9%	67%	Wzrost o 9% wykrytych czynników ryzyka

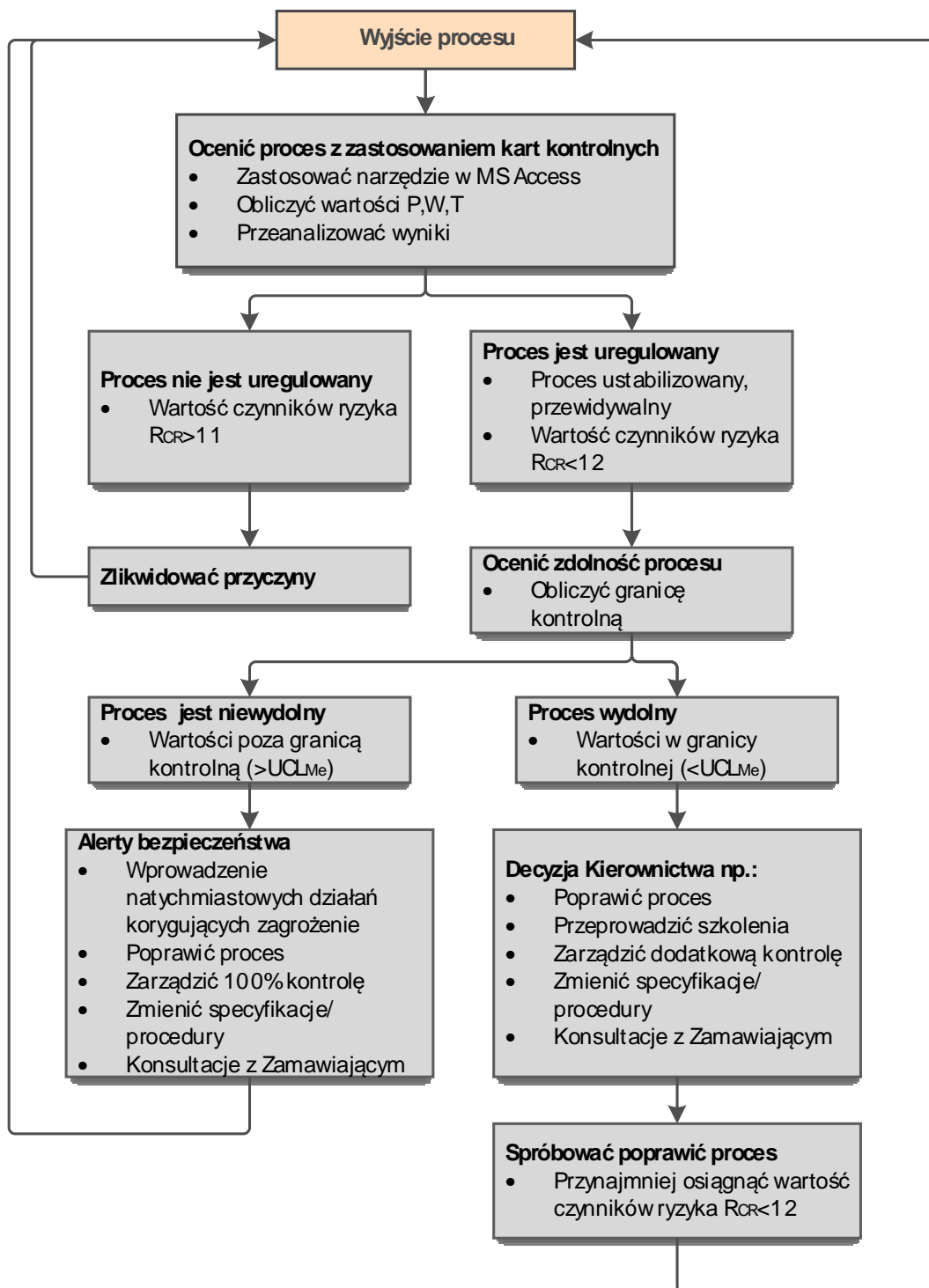
Należy porównać poziom ryzyka w dwóch wariantach:

- 1) bez zastosowania metody,
- 2) po zastosowaniu metody.

W związku z powyższym w każdym z analizowanych projektów poziom ryzyka w przypadku (2) będzie niższy niż w przypadku (1), co potwierdza **cel i tezę pracy**.

$$R(2) < R(1) \quad (9)$$

Na podstawie przeprowadzonych analiz należy wprowadzić działania niwelujące poziom ryzyka i należy dążyć do doskonalenia procesu. Strategia doskonalenia procesu powinna być realizowana zgodnie z zaproponowanym schematem przedstawionym na rysunku 47.



Rysunek 47. Strategia doskonalenia procesu.

Źródło: opracowanie własne

9. Podsumowanie

9.1. Spełnienie założonego celu oraz dowiedzenie tezy

Zgodnie z przyjętymi założeniami celem rozprawy było **opracowanie metody analizy ryzyka w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym** umożliwiającej zwiększenie poziomu bezpieczeństwa inwestycji poprzez wsparcie różnych interesariuszy na różnych etapach realizowania procesów inwestycyjnych przy uwzględnieniu wymagań prawnych oraz specyfiki branży kolejowej.

Aby osiągnąć cel pracy zrealizowano następujące etapy rozprawy:

- analiza literatury i dostępnych metod analizy ryzyka (polskie i zagraniczne pozycje literaturowe);
- analiza rejestru zagrożeń;
- zebranie danych na podstawie przeprowadzonych ankiet oraz spotkań warsztatowych z podmiotami uczestniczącymi w procesie inwestycyjnym;
- analiza zebranych danych;
- sformułowanie założeń do metody;
- zbudowanie modelu matematycznego;
- opracowanie metody
- implementacja opracowanej metody w oprogramowaniu MS Access przy wykorzystaniu języka VBA (Visual Basic for Applications), opracowano autorski program wspomagający procesy inwestycyjne oraz pozwalający wykryć błędy i ryzyka na początkowym etapie realizacji inwestycji;
- weryfikacja poprawności metody, w celu sprawdzenia czy zaproponowana metoda zwiększa poziom bezpieczeństwa na różnych etapach realizacji inwestycji, co potwierdzałoby postawioną tezę;
- ocena efektywności metody;
- wskazanie możliwości i kierunków dalszych badań oraz doskonalenia metody (dodanie nowych funkcji, rozszerzenie narzędzia o kolejne etapy realizacji inwestycji oraz nowych interesariuszy).

Zrealizowanie powyższych etapów umożliwiło realizację celu pracy.

Do najważniejszych osiągnięć rozprawy należą:

- opracowanie metody analizy ryzyka w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym, która zwiększa poziom bezpieczeństwa inwestycji oraz wpływa na utrzymanie wysokiego poziomu bezpieczeństwa ruchu podczas inwestycji i po jej realizacji;
- opracowanie autorskiego narzędzia i zaprogramowanie funkcji przy wykorzystaniu języka VBA;
- pozytywna weryfikacja efektywności zastosowanych kart kontrolnych.

Powyższe osiągnięcia są zgodne z celem pracy i stanowią oryginalny dorobek autorki i potwierdzają, że cel pracy został osiągnięty.

Podsumowując, należy stwierdzić, że przedstawiona w pracy koncepcja metody analizy ryzyka w inwestycjach wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem oraz przeprowadzona weryfikacja potwierdzają, że:

- 1) Założony cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty.
- 2) Przyjęta teza rozprawy: *„Metoda analizy ryzyka wykrywająca zagrożenia na wczesnym etapie realizacji inwestycji pozwala zwiększyć poziom bezpieczeństwa realizacji inwestycji wprowadzających zmiany w podsystemie sterowanie ruchem kolejowym”* została udowodniona, przy sformułowanych przez autorkę założeniach.

Zastosowanie autorskiej metody, która została zaimplementowana w zaprojektowanym narzędziu powoduje następujące korzyści w procesach inwestycyjnych obejmujących systemy sterowania ruchem kolejowym:

- stosowanie opracowanej metody pozwala na zmniejszanie kosztów inwestycji, dzięki wykryciu błędów już na początku realizacji inwestycji oraz wpływa na skrócenie czasu realizacji inwestycji;
- komputerowe wspomaganie decyzji oraz wyboru racjonalnego wariantu realizacji inwestycji;
- optymalizacja inwestycji przy ograniczonych środkach jak np. kolejność prac;
- zwrócenie uwagi na ryzyka, które są ściśle związane z systemami sterowania ruchem kolejowym;
- nadzór nad zagrożeniami;
- możliwość częstego, kompleksowego i efektywnego monitorowania zidentyfikowanych czynników ryzyka oraz działań minimalizujących ryzyko;

- zmniejszenie ryzyka błędów;
- możliwość rozszerzenia narzędzia o inne etapy realizacji inwestycji.

Zadaniem interesariuszy jest tylko wprowadzenie danych dotyczących inwestycji na etapie projektowania oraz weryfikacja wyników. Ze względu na oddzielenie oprogramowania od danych aplikacyjnych można stosować program w procesach inwestycyjnych bez znajomości kodu programu, algorytmów i struktury danych. Zastosowanie standardowych plików umożliwia pobieranie danych, powiązanie ich z innymi danymi lub też łatwą weryfikację.

9.2. Kierunki dalszych badań

Kierunki dalszych badań będą dotyczyły doskonalenia narzędzia służącego do implementacji metody i rozwijania go w kierunku kompleksowego wspomaganie procesów inwestycyjnych głównie pod kątem bezpieczeństwa inwestycji. Kolejne prace badawcze powinny obejmować:

- rozszerzenie narzędzia o kolejne etapy realizacji inwestycji oraz interesariuszy;
- rozbudowanie formularzy o kolejne ryzyka na podstawie analiz i wiedzy eksperckiej;
- rozszerzenie bazy danych;
- implementację metody w innym oprogramowaniu, które umożliwiłoby rozbudowę narzędzia o dodatkowe funkcjonalności.

Powyżej przedstawione kierunki dalszych badań będą realizowane przez autorkę w ramach prac badawczych w dalszym rozwoju naukowym.

Spis tabel

Tabela 1. Podział podsystemów strukturalnych oraz eksploatacyjnych	50
Tabela 2. Wybrane role i odpowiedzialności interesariuszy procesu inwestycyjnego	56
Tabela 3. Tablica SIL w zależności od wielkości TFFR.....	60
Tabela 4. Wady i zalety wybranych metod analizy ryzyka.....	66
Tabela 5. Wybrane metody analizy ryzyka oraz ich stosowalność.....	68
Tabela 6. Wartości stałe A_4 dla n (liczność podzbioru).....	74
Tabela 7. Identyfikacja ryzyk w inwestycjach kolejowych	80
Tabela 8. Ocena kategorii pilności (P_{CR})	97
Tabela 9. Ocena kategorii trudność (T_{CR})	98
Tabela 10. Ocena kategorii wielkości (W_{CR})	98
Tabela 11. Kategorie i wartości liczbowe ryzyka bezpieczeństwa inwestycji.....	99
Tabela 12. Wykaz zmian w programie zaproponowanych przez biuro projektowe po przeprowadzonej weryfikacji narzędzia.....	110
Tabela 13. Porównanie wyników analizowanych projektów	118

Spis rysunków

Rysunek 1. Schemat struktury rozprawy oraz metody badawczej.....	20
Rysunek 2. Schemat zakresu pracy.	30
Rysunek 3. Mapa inwestycji ujętych w Krajowym Programie Kolejowym.	33
Rysunek 4. Projekty ETCS w Polsce w perspektywie do 2050 roku.....	34
Rysunek 5. Schemat procesu inwestycyjnego.....	37
Rysunek 6. Uproszczony schemat procesu zabudowy systemu srk w oparciu o cykl V	39
Rysunek 7. Okręgi nastawcze w poszczególnych rodzajach stacyjnych urządzeń srk	40
Rysunek 8. Typy eksploatowanych blokad liniowych.....	40
Rysunek 9. Wymagania europejskie, krajowe oraz zarządcy infrastruktury w odniesieniu do podsystemu sterowanie	42
Rysunek 10. Poziomy zastosowań urządzeń srk.	43
Rysunek 11. Części podsystemu sterowanie oraz przypisane do nich składniki	45
Rysunek 12. Akty prawne dotyczące procesu budowlanego.	47
Rysunek 13. Schemat procesu certyfikacji i dopuszczenia do eksploatacji zgodnie z prawem krajowym.....	48
Rysunek 14. Schemat procesu certyfikacji zgodnie z prawem europejskim wg. modułu oceny SG.....	52
Rysunek 15. Moduły oceny składników interoperacyjności oraz podsystemów sterowanie...	53
Rysunek 16. Cykl życia systemu zobrazowany w postaci cyklu typu „V”	58
Rysunek 17. Przykład procesu analizy zagrożeń	59
Rysunek 18. Schemat zarządzania ryzykiem inwestycyjnym.....	61
Rysunek 19. Proces zarządzania ryzykiem	63
Rysunek 20. Ogólny schemat wdrożenia, kontroli oraz sterowania procesem przy wykorzystaniu kart kontrolnych Shewharta.	72
Rysunek 21. Strefy pomiędzy granicami kontrolnymi.....	73
Rysunek 22. Przykładowe wyniki karty kontrolnej Shewharta	73
Rysunek 23. Wzory świadczące o rozregulowaniu procesu.	75
Rysunek 24. Klasyfikacja czynników kształtujących działania człowieka, które mogą być rozpatrywane, jako źródła zagrożeń.....	78
Rysunek 25. Model badań bezpieczeństwa transportu kolejowego.....	79
Rysunek 26. Diagram Ishikawy dla identyfikacji przyczyn powstawania wad i skutków zdarzeń niepożądanych	81
Rysunek 27. Wykaz liczby zagrożeń oraz liczby źródeł zagrożeń dla poszczególnych obszarów.....	83
Rysunek 28. Wykaz skutków zdefiniowanych dla zagrożeń w obszarze urządzeń srk.....	84
Rysunek 29. Wskaźniki ryzyka inwestycji obejmujących srk	87
Rysunek 30. Metody analizy ryzyka stosowane przez respondentów	88
Rysunek 31. Występowanie czynników ryzyka na poszczególnych etapach realizacji inwestycji.	90
Rysunek 32. Ilość czynników ryzyka w poszczególnych grupach ryzyk	91
Rysunek 33. Najczęściej występujące czynniki ryzyka z podziałem na interesariuszy.....	93
Rysunek 34. Najczęściej występujące czynniki ryzyka z podziałem na etapy realizacji inwestycji.	94
Rysunek 35. Schemat wartości ryzyka dla danego etapu oraz interesariusza REI. (a) cała płaszczyzna, b) trzy warstwy, c) dwie warstwy, d) jedna warstwa)	100
Rysunek 36. Schemat modelu matematycznego	102
Rysunek 37. Schemat metody analizy ryzyka.....	104
Rysunek 38. Miejsce metody w procesie inwestycyjnym obejmującym podsystem srk.....	105

Rysunek 39. Okno zaprojektowane w MS Access, pojawiające się po otwarciu programu..	106
Rysunek 40. Drugie okno programu, umożliwiające zarządzanie projektami, wybór odpowiedniego projektu i otwarcie kart kontrolnych.....	107
Rysunek 41. Karty kontrolne zaprojektowane w programie MS Access.....	108
Rysunek 42. Schemat weryfikacji metody	110
Rysunek 43. Podsumowanie analizy pierwszego procesu inwestycyjnego (projekt budowlany stacji)	112
Rysunek 44. Podsumowanie analizy drugiego procesu inwestycyjnego (projekt wykonawczy fragmentu linii kolejowej wraz ze stacją SKM).....	114
Rysunek 45. Podsumowanie analizy trzeciego procesu inwestycyjnego (projekt wykonawczy modernizacji linii kolejowej A).....	115
Rysunek 46. Podsumowanie analizy trzeciego procesu inwestycyjnego (projekt wykonawczy modernizacji linii kolejowej B).....	117
Rysunek 47. Strategia doskonalenia procesu.	119

Bibliografia

- [1] An, M. et al. 2013. An Intelligent Railway Safety Risk Assessment Support System for Railway Operation and Maintenance Analysis. *The Open Transportation Journal*. 7, 1 (May 2013).
- [2] Bernstein, P. 1997. Przeciw bogom. Niezwykłe dzieje ryzyka. *WIGPRESS*. (1997).
- [3] Berrado, A. et al. 2010. A Framework for Risk Management in Railway Sector: Application to Road-Rail Level Crossings. (Jan. 2010).
- [4] Białoń, A. and Pawlik, M. 2014. Bezpieczeństwo i ryzyko na przykładzie urządzeń sterowania ruchem kolejowym. *Problemy Kolejnictwa*. 163 (2014).
- [5] Bijańska, J. and Wodarski, K. 2014. Ryzyko w decyzjach inwestycyjnych przedsiębiorstw. *Zeszyty Naukowe, Organizacja i Zarządzanie, Politechnika Śląska*. (2014).
- [6] Braband, J. 2012. Rapid risk assessment of technical systems in railway automation. *Proc. of the Australian System Safety Conference*. (2012).
- [7] Chrapoński, J. 2010. *SPC. Podstawy statystycznego sterowania procesami*. Wydawnictwo Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Hutniczego w Polsce.
- [8] Cockshaw, A. et al. 2000. Cockshaw A. Ferguson D., Grace P. RAMP – Risk Analysis and Management for Project. *Institute of Civil Engineers and Institute of Actuaries*. (2000).
- [9] Czabak-Górska, I. Klasyfikacja nowoczesnych kart kontrolnych. Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki, Katedra Inżynierii Jakości Produkcji i Usług Politechnika Opolska.
- [10] Czechowski, L. 1999. Projekty inwestycyjne. Finansowanie. Metody i procedury oceny. *Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr*. (1999).
- [11] Czyżewski, B. 2010. Metody statystyczne w sterowaniu jakością procesów technologicznych (2). *Problemy Jakości*. nr 3 (2010), 32–37.
- [12] Europejska Agencja Kolejowa 2009. Przewodnik stosowania rozporządzenia Komisji w sprawie przyjęcia wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka, o której mowa w art. 6 ust. 3 lit. a) dyrektywy w sprawie bezpieczeństwa kolei.
- [13] Europejska Agencja Kolejowa 2009. Przykłady oceny ryzyka i ewentualnych narzędzi pomocniczych do rozporządzenia w sprawie wspólnych metod oceny bezpieczeństwa (CSM), ERA/GUI/02-2008/SAF, wersja 1.1. Europejska Agencja Kolejowa.
- [14] Flammini, F. 2012. Railway Safety, Reliability and Security, Technologies and Systems Engineering. *Information Science References*. (2012).
- [15] Garlikowska, M. 2019. Metody i techniki wyceny i oceny ryzyka w transporcie kolejowym ze szczególnym uwzględnieniem metody FMEA. *Prace Instytutu Kolejnictwa*. 162 (2019).
- [16] Gill, A. 2018. *Warstwowe modele systemów bezpieczeństwa do zastosowań w transporcie szynowym*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- [17] Gill, A. and Kadziński, A. 2016. Hazard identification model, w: Proceedings of 20th International Scientific Conference. Transport Means. *Kaunas University of Technology*. (2016).
- [18] Grzywak-Gawryś, A. 2018. Rola dowodu bezpieczeństwa w procesie weryfikacji WE. *Biuletyn Certa Review*. 1 (2018).
- [19] Hamrol, A. 2007. Zarządzanie jakością z przykładami. PWN.
- [20] Helak, M. et al. 2019. Implementation of the common safety method in the european union railway transportation. *Scientific Journal of Silesian University of Technology*.

- Series Transport.* 102, (Mar. 2019), 65–72.
DOI:<https://doi.org/10.20858/sjstst.2019.102.5>.
- [21] Henzel, H. 1999. *Finanse, ryzyko i ekologia w procesach inwestycyjnych: praca zbiorowa*. Śląsk.
- [22] Huber, Z. 2007. *Analiza FMEA procesu: kawa na ławę*. Internetowe Wydawnictwo "Złote Myśli.
- [23] Hwang, J.-G. et al. 2008. Safety assessment methodology of railway signalling systems in Korea. *Risk Analysis VI* (Cephalonia, Greece, Apr. 2008), 503–511.
- [24] Ilczuk, P. et al. 2020. Model oceny stanu bezpieczeństwa systemów sterowania ruchem kolejowym. *Division of Traffic Control and Transport Infrastructure*. (2020).
- [25] Jabłoński, A. and Jabłoński, M. 2018. *Mechanizmy efektywnego zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym*. CeDeWu Sp. z o. o.
- [26] Jabłoński, A. and Jabłoński, M. 2019. Ryzyko techniczne i zawodowe w transporcie kolejowym - kluczowe aspekty integracji. *TTS Technika Transportu Szybowego*. 9 (2019).
- [27] Jacyna, M. and Szaciło, L. 2017. Wybrane aspekty zarządzania ryzykiem w transporcie kolejowym. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport*. (2017).
- [28] Jajuga, K. and Jajuga, J. 2008. *Inwestycje: instrumenty finansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [29] Jamroz, K. et al. 2010. *Koncepcja zintegrowanego Systemu bezpieczeństwa Transportu, III Tom. Koncepcja zintegrowanego systemu bezpieczeństwa transport w Polsce*. WKŁ.
- [30] Jedynek, M. et al. 2015. Ryzyko i jego rodzaje w transporcie kolejowym. *Logistyka*. 6 (2015).
- [31] Joanni, A. et al. 2018. *Handbook of RAMS in Railway Systems, Theory and Practice*. CRC Press. (2018).
- [32] Kadziński, A. 2014. Studium wybranych aspektów niezawodności systemów oraz obiektów pojazdów szynowych. *Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej*. (2014).
- [33] Kałowski, A. and Wysocki, J. 2013. *Przygotowanie i ocena projektów inwestycyjnych: wybrane zagadnienia*. Szkoła Główna Handlowa - Oficyna Wydawnicza.
- [34] Kochan A., Koper E. 2017. Proces certyfikacji podsystemów strukturalnych w świetle regulacji prawnych. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport*. z. 118, (2017).
- [35] Krystek, R. 2010. *Zintegrowany system bezpieczeństwa transportu” III Tom Koncepcja zintegrowanego systemu bezpieczeństwa transportu w Polsce*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Sp. z o. o.
- [36] Kycko, M. 2015. Koncepcja metody i wyboru rozwiązania ERTMS/ETCS dla linii kolejowej o zadanych parametrach ruchowo przewozowych. *Warszawa: praca magisterska, Wydział Transportu PW*. (2015).
- [37] Kycko, M. and Kukulski, J. 2021. Wyzwania związane z wprowadzeniem testów kompatybilności RSC i ESC. *Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej, Oddział w Krakowie. Materiały Konferencyjne Nr 2(123)/2021*.
- [38] Kycko, M. and Zabłocki, W. 2018. Certyfikacja podsystemu sterowanie i jej znaczenie w procesie inwestycyjnym. *Zeszyty Naukowo Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej*. 2(116) (2018).
- [39] Kycko M. and Zabłocki W. 2016. Problem ryzyka w inwestycjach systemów srk, zeszyt nr 3(110)/2016, str. 175-181., *Zeszyty naukowo-techniczne SITK RP, Oddział w Krakowie*.

- [40] Kycko, M. and Zabłocki, W. 2017. Risk Assessment Methods in Investment Process Including Implementation of Signaling Systems. *Research Journal of the University of Gdańsk. Transport Economics and Logistics*. 74, (2017), 269–277.
- [41] Lecomte, T. et al. eds. 2016. *Reliability, Safety, and Security of Railway Systems. Modelling, Analysis, Verification, and Certification: First International Conference, RSSRail 2016, Paris, France*,. Springer International Publishing.
- [42] Leitner, B. 2017. Leitner Bohus. A general model for railway systems risk assessment with the use of railway accident scenarios analysis. *Procedia Engineering*. 187 (2017).
- [43] Lewandrowski, T. 2019. Risk management on the example of railway infrastructure investments. *ACTA Universitatis Nicolai Copernici*. 1, (2019).
- [44] Lewiński, A. 2018. Bezpieczeństwo systemów srk a nowe technologie informacyjne. *Przegląd Komunikacyjny*.
- [45] Lewiński, A. 2013. Obecne i przyszłościowe systemy sterowania ruchem kolejowym. *Technika Transportu Szynowego*.
- [46] Marchel, I. 2017. Realizacja przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A projektów ujętych w Krajowym Programie Kolejowym do roku 2023, PKP PLK S.A., (2017).
- [47] Marcinek, K. 2001. *Marcinek Krzysztof. Ryzyko projektów inwestycyjnych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach.
- [48] Martan, L. 1978. *Procesy inwestycyjne*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- [49] Mayo, H. and Perez, K. 2014. *Inwestycje*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [50] McDermott, R.E. 1996. *The basics of FMEA*. Productivity.
- [51] Młyńczak, J. et al. 2016. European rail traffi management system (ERTMS). *Intelligent Transportation Systems–Problems and Perspectives*.
- [52] Młyńczak, M. 2016. Risk Assessment in Transportation Systems. *Jurnal of KONBiN*.
- [53] Morant, A. 2015. *Dependability and safety evaluation of railway signalling systems based on field data*.
- [54] Morant, A. et al. 2017. Safety and availability evaluation of railway operation based on the state of signalling systems. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*. 231, 2 (Feb. 2017), 226–238. DOI:<https://doi.org/10.1177/0954409715624466>.
- [55] Myklebust, T. and Stålhane, T. 2018. *The Agile Safety Case*. Springer International Publishing AG, Springer International Publishing.
- [56] Ostrowska, E. 1999. *Ryzyko inwestycyjne. Identyfikacja i metody oceny*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- [57] Ostrowska, E. 2002. *Ryzyko projektów inwestycyjnych*. Polskie wydawnictwo Ekonomiczne.
- [58] Ouedraogo, K.A. et al. 2018. Toward an Application Guide for Safety Integrity Level Allocation in Railway Systems. *Risk analysis*. 38, 8 (2018), 1634–1655. DOI:<https://doi.org/10.1111/risa.12972>.
- [59] Patil, M. et al. 2017. Risk management in railway projects. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 06 (2017).
- [60] Pawlak, M. 2012. Metody analizy ryzyka w ocenie efektywności projektów inwestycyjnych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia i prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*. 30 (2012).
- [61] Pawlik M. 2017. *Interoperacyjność systemu kolei Unii Europejskiej*. Kurier Kolejowy.
- [62] Pawlik, M. 2019. *Referencyjny model funkcjonalny wspierania bezpieczeństwa i ochrony transportu kolejowego przez systemy z transmisją danych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

- [63] Pawlik, M. 2017. Wyzwania techniczne oraz ograniczenia prawne podczas odbierania i przekazywania do eksploatacji urządzeń bezpieczeństwa aktywnego. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport*. (2017).
- [64] Peng, Z. 2014. Risk assessment of railway transportations systems using timed fault trees. *Quality and reliability engineering international*. (2014).
- [65] PKP PLK S.A.: <https://www.plk-inwestycje.pl/#/>.
- [66] PKP PLK S.A.: 2020. https://www.plk-sa.pl/files/user_upload/Matryca_ryzyk.pdf.
- [67] PKP PLK S.A. 2020. Rejestr zagrożeń, Wersja 12.
- [68] PKP Polskie Linie Kolejowe Procedura nr SMS-PW-09 - Bezpieczne projektowanie infrastruktury kolejowej i zasady współpracy z projektantami ,wersja 2.8. 2017.
- [69] PKP Polskie Linie Kolejowe Raport roczny za 2020 rok.
- [70] PKP Polskie Linie Kolejowe 2020. Warunki i zasady odbiorów robót budowlanych na liniach kolejowych.
- [71] PKP Polskie Linie Kolejowe 2020. Zamierzenia inwestycyjne na lata 2021-2030 z perspektywą do 2040 roku (perspektywa finansowa UE 2021-2027).
- [72] Rogowski, W. 2008. *Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych*. Oficyna Ekonomiczna.
- [73] red. Ryszard, K. 2009. *Zintegrowany system bezpieczeństwa transportu, Tom II Uwarunkowania rozwoju integracji systemów bezpieczeństwa transportu*.
- [74] Sasidharan, M. 2017. A review of risk management applications for railways. *Railway Engineering*. (2017).
- [75] Sitarz, M. et al. 2012. Application of Rams and FMEA Methods in Safety Management System of Railway Transport / Zastosowanie metod RAMS i FMEA w systemach zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym. *Journal of KONBiN*. 24, 1 (2012), 149–160. DOI:<https://doi.org/10.2478/jok-2013-0061>.
- [76] Smalko, Z. and Jaźwiński, J. 2000. Wpływ czynnika ludzkiego na poprawne działanie systemów transportowych. *Problemy decyzyjne w inżynierii niezawodności. XXVIII Zimowa Szkoła Niezawodności*. (2000).
- [77] Smith, P. 2016. *Safety Case for the Introduction of New Technology into an Existing Railway System*. Omperial College London, Department of Civil and Environmental Engineering, Centre for Transport Studies.
- [78] Smoczyński, P. 2018. *Zarządzanie ryzykiem zagrożeń generowanych podczas eksploatacji infrastruktury kolejowej*. Politechnika Poznańska.
- [79] Stanik, J. and Kiedrowicz, M. 2018. Metoda analizy i szacowania ryzyka zasobu informacyjnego. *Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych / Szkoła Główna Handlowa*. 49 (2018), 391–411.
- [80] Strona Uniwersytecka - Bartosz Soliński - Karty kontrolne Shewharta: http://www.zarz.agh.edu.pl/bsolinsk/karty_kontrolne.html. Accessed: 2021-03-19.
- [81] Szaciło, L. et al. 2021. Risk assessment for rail freight transport operations. *Eksploatacja i niezawodność - Maintenance and Reliability*, Volume 23.
- [82] Szkoda, M. and Kaczor, G. 2020. Application of the FMEA Method for the Risk Assessment in Railway Transport According to the Requirements of PN-EN IEC 60812:2018-12 Standard. *Journal of KONBiN*. 50, 2 (2020), 1–17. DOI:<https://doi.org/10.2478/jok-2020-0024>.
- [83] Szymanek, A. 2008. Risk Acceptation Principles in Transport. *Journal of KONBiN*. 5, 2 (2008), 271–290. DOI:<https://doi.org/10.2478/v10040-008-0052-4>.
- [84] Trochonowicz, M. 2015. *Wybrane problemy i ryzyka procesów inwestycyjnych w obszarze infrastruktury kolejowej, Praca dyplomowa magisterska*. Politechnika Warszawska, Wydział Transportu.

- [85] Werner, W. 2008. *Zarządzanie w procesie inwestycyjnym*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- [86] Wiśniewski, T. 2007. Ryzyko projektu inwestycyjnego a ocena jego efektywności w zarządzaniu finansami, *Zarządzanie ryzykiem i kreowanie wartości*, red. D. Zarzecki. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego*. 455 (2007).
- [87] Zabłocki, W. 2008. Modelowanie stacyjnych systemów sterowania ruchem kolejowym. *Prace naukowe Transport, Zeszyt 65*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- [88] Zarzecki, D. 2014. Klasyczne metody analizy ryzyka projektów inwestycyjnych. *Zarządzanie Finansami i Rachunkowość*. 3 (2014), 31–34.
- [89] Zieja, M. et al. 2016. Jakościowe i ilościowe szacowanie ryzyka na podstawie analizy zdarzeń w lotnictwie wojskowym. *Research works of Air Force Institute of Technology*. 38, 1 (2016), 75–84. DOI:<https://doi.org/10.1515/afit-2016-0007>.
- [90] Decyzja Komisji 2010/713/UE z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie modułów procedur oceny zgodności, przydatności do stosowania i weryfikacji WE stosowanych w technicznych specyfikacjach interoperacyjności przyjętych na mocy dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE.
- [91] Decyzja nr 661/2010 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 7 lipca 2010 r. w sprawie unijnych wytycznych dotyczących rozwoju transeuropejskiej sieci transportowej (TEN-T).
- [92] Dyrektywa 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych oraz zmieniająca dyrektywę Rady 95/18/WE w sprawie przyznawania licencji przedsiębiorstwom kolejowym, oraz dyrektywę 2001/14/WE.
- [93] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie.
- [94] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/797 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei w Unii Europejskiej.
- [95] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei.
- [96] Ekspertyza dotycząca praktycznego stosowania przez podmioty sektora kolejowego wymagań wspólnej metody bezpieczeństwa w zakresie oceny ryzyka (CSM RA) opracowana w formie przewodnika, 2015. Urząd Transportu Kolejowego.
- [97] European Agreement in Important International Combined Transport Lines and Related Installations (AGTC). Geneva, 1 February 1991.
- [98] European Agreement on Main International Railway Lines (AGC). Geneva, 31 May 1985.
- [99] *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution, 2003*. American Society for Quality ASQ.
- [100] *FIDIC procurement procedures guide, 2011*.
- [101] *FIDIC Red Book: Construction of contract for construction, 2017*.
- [102] FIDIC. Warunki kontraktowe FIDIC: realizacja inwestycji według standardów unijnych, 2013.
- [103] *FIDIC Yellow Book: Conditions of contract for plant & design build, 2017*.
- [104] Krajowy Plan Wdrożenia Technicznej Specyfikacji Interoperacyjności „Sterowanie”. Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa Rzeczypospolitej Polskiej, 2017.
- [105] Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei z dnia 19 stycznia 2017.

- [106] Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań systemu kolei z dnia 5 listopada 2021.
- [107] Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań systemu kolei z dnia 23 grudnia 2021.
- [108] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z 8 września 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2016 r. poz. 1570)z późn. zm.
- [109] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z 11 maja 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. z 2017 r. poz. 1073) z późn zm.
- [110] PN-EN 50126-1:2018-02 Zastosowania kolejowe -- Specyfikowanie i wykazywanie niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa (RAMS) -- Część 1: Proces ogólny RAMS.
- [111] PN-EN 50126-2:2018-02 Zastosowania kolejowe -- Specyfikowanie i wykazywanie niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa (RAMS) -- Część 2: Sposoby podejścia do bezpieczeństwa.
- [112] PN-EN 50129:2019-01 Zastosowania kolejowe -- Systemy łączności, przetwarzania danych i sterowania ruchem -- Elektroniczne systemy sterowania ruchem związane z bezpieczeństwem.
- [113] PN-IEC 60300-3-9:1999 Przewodnik zastosowań – Analiza ryzyka w systemach technicznych. Podano wytyczne dotyczące wyboru i zastosowania technik analizowania ryzyka, głównie w odniesieniu do oceny ryzyka systemów technicznych.
- [114] PN-ISO 8258 + AC1 – „Karty kontrolne Shewharta”, czerwiec 1996.
- [115] Procedura SMS-PW-10 - Budowa, modernizacja i rewitalizacja infrastruktury kolejowej, 2019. PKP PLK S.A.
- [116] Procedura SMS-PW-11 - Współpraca z wykonawcami robót inwestycyjnych, 2018. PKP PLK S.A.
- [117] Procedura SMS-PW-17 - Dopuszczenie elementów podsystemów w technologii przeznaczonych do stosowania na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 16.12.2020. PKP PLK S.A.
- [118] Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/919 z dnia 27 maja 2016 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemów „Sterowanie” systemu kolei w Unii Europejskiej.
- [119] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 21 kwietnia 2017 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei (Dz.U. 2017 poz 934.).
- [120] Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2015/1136 z dnia 13 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie wykonawcze (UE) nr 402/2013 w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka.
- [121] Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/776 z dnia 16 maja 2019 r. zmieniające rozporządzenia Komisji (UE) nr 321/2013, (UE) nr 1299/2014, (UE) nr 1301/2014, (UE) nr 1302/2014 i (UE) nr 1303/2014, rozporządzenie Komisji (UE) 2016/919 oraz decyzję wykonawczą Komisji 2011/665/UE w odniesieniu do dostosowania do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/797 oraz realizacji celów szczegółowych określonych w decyzji delegowanej Komisji (UE) 2017/1474.
- [122] Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2020/387 z dnia 9 marca 2020 r. zmieniające rozporządzenia (UE) nr 321/2013, (UE) nr 1302/2014 i (UE) 2016/919 w odniesieniu do rozszerzenia obszaru użytkowania i etapów przejściowych.

- [123] 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.
- [124] Ustawa o Transporcie Kolejowym , Dz. U. 2003 Nr 86 poz. 789 z późn. zm.
- [125] Ustawa z dnia 7 lipca 1994, Prawo budowlane (Dz. U. z 2020 r, poz. 1333 z późn zm.).
- [126] Ustawa z dnia 11 września 2019 r, Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2019 r. poz. 2019 z późn. zm.).
- [127] Ustawa z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2020 r. poz. 256 z późn zm.).
- [128] Wieloletni Program Inwestycji Kolejowych do 2013 roku z perspektywą do roku 2015, (WPIK) ustanowiony uchwałą Rady Ministrów z dnia 7 listopada 2011 r.

Załącznik nr 1. Wzór ankiety

13.05.2019

Ankieta: Ryzyko w procesach inwestycyjnych obejmujących wdrożenie systemów srk - Interankiety

Ankieta: Ryzyko w procesach inwestycyjnych obejmujących wdrożenie systemów srk

Szanowni Państwo!

Jestem doktorantką Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej. Do celów mojej pracy doktorskiej na temat: „Metoda analizy ryzyka w inwestycjach wprowadzających zmiany w systemach sterowania ruchem kolejowym” opracowałam ankietę, która mogłaby dostarczyć informacje pomocne w opracowaniu dysertacji w zakresie ryzyka i bezpieczeństwa systemów srk. W związku z tym zwracam się z uprzejmą prośbą o udzielenie rzeczowych i wyczerpujących odpowiedzi na pytania zawarte w niniejszej ankiecie. Ankieta ma charakter anonimowy, a jej wyniki będą służyć wyłącznie celom naukowym.

Serdecznie dziękuję za wypełnienie ankiety,
Magdalena Kycko

1. Szacunkowa liczba projektów inwestycyjnych obejmujących zabudowę systemów sterowania ruchem kolejowym (srk), w których miał Pan/ miała Pani okazję uczestniczyć (bezpośrednio bądź pośrednio)?*

0-5 6-10 11-15 16 i więcej

2. Jakie zagrożenia dot. bezpieczeństwa systemów srk Pana/Pani zdaniem występują w procesach inwestycyjnych? (proszę wskazać 5 zagrożeń)*

//

3. Jaki wpływ na bezpieczeństwo systemów srk ma nieterminowość realizacji inwestycji/ niespodziewane opóźnienia? Proszę uzasadnić odpowiedź.*

//

4. Jaki wpływ na bezpieczeństwo inwestycji oraz jej powodzenie ma to, że zazwyczaj inwestycje obejmują wszystkie podsystemy, a podsystem srk jest realizowany na końcu realizacji inwestycji?*



5. Jak określiłby Pan/określiłaby Pani wskaźnik ryzyka inwestycji srk: *

- dostępność systemu srk współczynnik awaryjności uniwersalność systemu
- stopień automatyzacji systemów srk Inne, jakie? (Zaznacz aby napisać)

6. Jaki Pani/Pana zdaniem wpływ na bezpieczeństwo inwestycji obejmujących zabudowę systemów srk ma liczba kontrahentów? *



7. Czy w inwestycjach z którymi miał Pan/Pani do czynienia, spotkali się Państwo z analizą wpływu czynnika ludzkiego, np. w przypadku awarii systemu? *

- TAK NIE

8. Z jakimi metodami analizy ryzyka spotkała się Pani/Pan przy realizacji inwestycji obejmujących systemy srk? *



9. Czy Pana/Pani zdaniem inwestycje obejmujące wdrożenie systemów srk przebiegają prawidłowo pod względem poziomu bezpieczeństwa? Proszę uzasadnić swoją odpowiedź. *



10. Czy jest jakieś zagrożenie/ryzyko na które chciałby Pan/chciałaby Pani zwrócić szczególną uwagę?*

//

11. Jakie myśli lub refleksje nt. ryzyka inwestycji chciałby/chciałaby Pan/Pani, niezależnie od pytań ankiety, dołączyć od siebie jako swoje własne przemyślenia?

//

12. Proszę podać Pana/Pani najwyższy poziom wykształcenia, jaki Pan/Pani posiada?*

Wyższe, licencjat / inżynier



13. W jakiej jednostce Pan/Pani pracuje?*

- Biuro projektowe Jednostka naukowo - badawcza Uczelnia wyższa
 Producent urządzeń srk Wykonawca inwestycji Zarządca infrastruktury
 Inne, jakie? (Zaznacz aby napisać)

14. Jakie jest obecne stanowisko Pana/Pani w firmie?*

- Dyrektor, Prezes firmy Kierownik projektu Projektant
 Specjalista inżynierjno-techniczny Kierownik budowy Inne, jakie? (Zaznacz aby napisać)

15. Od kiedy (proszę podać w latach) pracuje Pan/Pani w tym przedsiębiorstwie/firmie?*

Załącznik nr 2. Wyniki spotkań warsztatowych

Spis tabel w Załączniku nr 2:

Zał. 2 / Tabela 1. Wyniki spotkań warsztatowych z podziałem na grupy czynników ryzyka.

Zał. 2 / Tabela 2. Podział czynników ryzyka z punktu widzenia interesariuszy.

Zał. 2 / Tabela 3. Podział czynników ryzyka w odniesieniu do etapów inwestycji.

Zał. 2 / Tabela 1. Wyniki spotkań warsztatowych z podziałem na grupy czynników ryzyka

Lp	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Skutki	Etap	Interesariusze
1	Infrastruktura kablowa	Kolizja kabli srk z kablami innych branż	<ul style="list-style-type: none"> – Przepięcia – Ułożenie kabli trakcyjnych w tych samych kanałach, co kable sterujące powoduje błędny przepływ sygnałów, przepięcia itp. 	<ul style="list-style-type: none"> Etap projektowania Etap zabudowy 	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Brak przepustów/ miejsca na kable	Problem z odwodnieniem liniowym (prowadzenie odwodnienia w miejscach, gdzie były przewidziane kable)	Etap zabudowy	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Brak spełnienia wymagań palności przez kable	Konieczność wymiany kabli (np. w trakcie realizacji jednej inwestycji, wszystkie kable musiały być wymienione, bo nie miały sprawdzeń/ badań na palność)	Etap zabudowy	Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Duża ilość kabli w budynkach nastawni, w tym też innych branż np. telekomunikacyjnych, szaf kablowych	<ul style="list-style-type: none"> – Przepięcia – Brak wymagań dot. ochrony przeciwprzepięciowej 	Etap eksploatacji	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Pozostawianie „starych” kabli w ziemi	<ul style="list-style-type: none"> – Brak nadzoru nad pozostawionymi kablami – Pomyłki w projektowaniu planów kablowych 	Etap zabudowy	Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Nieprzystosowanie obiektów inżynierskich do prowadzenia po nich kabli	<ul style="list-style-type: none"> – Brak możliwości położenia kabli np. spowodowany wymaganiami instrukcji Ie-4 „dot. kanalizacji, która musi obejmować całą stację od semafora wjazdowego do wyjazdowego, więc studzienki są, co 10m – Brak miejsca na instalację kabli srk i kabli trakcyjnych w przestrzeni peronu – Brak odpowiedniej liczby drożnych przepustów wzdłuż peronów, przystanków osobowych, co skutkuje koniecznością budowy kanałów kablowych na międzytorzu lub podwieszenia kabli do podperonia 	Etap zabudowy	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury

Lp	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Skutki	Etap	Interesariusze
2	Koordynacja międzybranżowa	Brak wiedzy o srk wśród projektantów innych branż	Projektanci innych branż nie uwzględniają wytycznych dot. srk (należy takie wytyczne opracować na samym początku) Często zdarza się, że na danej linii realizowana jest już infrastruktura, a sterowanie nawet nie jest zdefiniowane i nie ma wybranego wykonawcy	Etap projektowania	Projektant Wykonawca
		Projektowanie i zabudowa srk na końcu inwestycji, czyli na tym, co zostało zastane	– Przedstawiciele branży torowej nie zwracają uwagi na wymagania srk – Problem zaczyna się już od architekta, który narzuca wygląd stacji i jej układ, peron itd.	Etap projektowania Etap zabudowy	Projektant Zarządca Infrastruktury
		Podział projektantów oraz projektowanie wszystkich branż równocześnie	– Podział projektantów powoduje, że inne osoby projektują peron, inne trasy kablowe, tunele itd. Taka sytuacja powoduje błędy projektowe np. w peronie kabel idzie dołem a zaraz za peronem zaprojektowane jest ułożenie kabla górą (4 m różnicy) – Projekty różnych branż nie spinają się – Zabudowa rozjazdów często nie przewiduje miejsca na zabudowę napędów, są przypadki, że napędy nie są w poprzek toru a są wzdłuż toru, czego nie przewidują DTR i dowody bezpieczeństwa	Etap projektowania	Projektant Zarządca Infrastruktury
3	Fazowania	Nieplanowana liczba fazowań (np. zamiast 3 faz było np. 19 fazowań, gdzie za każdym razem musi być realizowane zamknięcie toru itp.)	Opóźnienie prac, ponieważ o zamknięcia torów powinno się starać 100 dni wcześniej, co często jest nierealne, ponieważ ciężko przewidzieć/ zaplanować termin z tak dużym wyprzedzeniem	Etap zabudowy	Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Brak analiz i planowania fazowania	– Wielobranżowość fazowania – np. wszystko jest zrobione a nie ma trakcji (Fazowanie jest teraz zaproponowane w SIWZ, cechy charakterystyczne, terminy)	Etap zabudowy	Zarządca infrastruktury Wykonawca
		Ochrona boczna dla przebiegów pociągowych, co jest wyzwaniem ze względu na fazowanie	Ochrona boczna, która wchodzi w fazowanie (trwa krótko, a przerobienie dokumentacji jest czasochłonne)	Etap zabudowy	Zarządca infrastruktury Wykonawca
4	Urządzenia zewnętrzne	Kolizja semaforów z bramkami lub słupami trakcyjnymi	– Ze względu na widoczność sygnalizatory są umieszczane na międzytorzu, co również czasami zakłóca skrajnię. – Brak widoczności – Instalacja semaforów niezgodnie z założeniami projektu	Etap Projektowania Etap zabudowy	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Przysłonięcie semaforów przez wiaty peronowe	Brak widoczności, co np. powoduje konieczność ustawienia sygnalizatorów powtarzających	Etap zabudowy Etap eksploatacji	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury

Lp	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Skutki	Etap	Interesariusze
		Brak widoczności semaforów ustawionych za wiaduktem nad linią kolejową	Konieczność zastosowania sygnałów powtarzających	Etap zabudowy Etap eksploatacji	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Ograniczenie widoczności semaforów przez konstrukcje wsporcze i odciążenia sieci trakcyjnej	Konieczność przesunięcia semaforów sbl i instalację wskaźników W11	Etap zabudowy Etap eksploatacji	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
5	Interfejsy	Brak interfejsów spowodowany wprowadzaniem nowych systemów różnych producentów	<ul style="list-style-type: none"> – Projektowanie interfejsów na przekaźnikach np. samoczynnej sygnalizacji przejazdowej z urządzeniami nastawczymi. Interfejs jest przekaźnikowy, ponieważ producenci systemów nie wymieniają się dokumentacją. – Czas oczekiwania na realizację zamówienia przekaźników jest bardzo długi, co opóźnia inwestycje – Brak danych dot. systemów spowodowany tajemnicą producenta danego systemu – Poniesienie dodatkowych kosztów 	Etap zabudowy Etap projektowania	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury Jednostka Oceniająca
		Wysoki koszt interfejsów	Koszt interfejsów nie jest przewidziany w kontrakcie, a często przekracza nawet wartość danego systemu	Etap zabudowy	Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Projektowanie interfejsów przekaźnikowych dla systemów komputerowych	Interfejsy pomiędzy systemami są głównie przekaźnikowe, a przy systemach komputerowych często występuje problem, ponieważ producenci systemów nie chcą udostępniać dokumentacji technicznej ich systemów	Etap projektowania	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
6	Wymagania administracyjno-prawne	Ciągłe zmiany przepisów prawnych	<ul style="list-style-type: none"> – Problem związany z połączeniem wymagań ETCS z przepisami i wymaganiami PKP PLK – Zmiany przepisów prawnych powodują problem na etapie odbiorów, które są realizowane wg. aktualnych przepisów – Niespełnianie wymagań przez wprowadzane nowe systemy 	Etap projektowania Etap zabudowy Etap certyfikacji i dopuszczenia do eksploatacji	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury Jednostka Oceniająca
		Niejednoznaczność przepisów prawnych	<ul style="list-style-type: none"> – Niejednoznaczność interpretacji – Spory pomiędzy Wykonawcą a Zamawiającym – Przepisy prawa są niejasne i ciężko jest uzyskać odstąpienie 	Etap projektowania Etap zabudowy Etap certyfikacji i dopuszczenia do eksploatacji	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury Jednostka Oceniająca
		Mała świadomość przepisów prawnych wśród interesariuszy	<ul style="list-style-type: none"> – Brak wiedzy powoduje niezastosowanie przepisów /wymagań prawnych, co powoduje problemy z dopuszczeniem danego systemu oraz opóźnienie w realizacji inwestycji 	Etap projektowania Etap zabudowy Etap certyfikacji i dopuszczenia do eksploatacji	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury Jednostka Oceniająca

Lp	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Skutki	Etap	Interesariusze
		Brak pozwoleń	<ul style="list-style-type: none"> - Długotrwałe uzgodnienia i decyzje administracyjne trwające czasami nawet pół roku (brak decyzyjności) - Opóźnienie inwestycji, co niesie ze sobą straty finansowe - Na skutek podziału spółek PKP są opóźnienia i problemy z uzgodnieniami i decyzyjnością 	Etap zabudowy	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury Jednostka Oceniająca
		Brak zarządzania dokumentacją i zmianami przez PKP PLK	<ul style="list-style-type: none"> - Niezasadność wymagań PKP PLK powoduje np. konieczność zmiany całego oprogramowania - Problemem jest załącznik do regulacji dot. projektowania układów torowych Ie-4 co powoduje błędy w interpretacji - PLK zaczyna wracać do systemów. Przekaznikowych (albumy E). 	Etap zabudowy	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Brak określonych przepisów/wymagań	<ul style="list-style-type: none"> - Brak przepisów dot. pola widzenia maszynisty, brak przepisów dot. odległości na ile ma się maszynista zatrzymać przed semaforem, co powoduje niejednolite podejście i może prowadzić do kolizji - Brak przepisów dot. przepięć, co powoduj rozbieżność w interpretacji 	Etap projektowania Etap zabudowy Etap eksploatacji	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury Jednostka Oceniająca
7	Współpraca z zarządcą	Konflikt pomiędzy zarządcami np. PKP a SKM, PKM	<ul style="list-style-type: none"> - Problem z terminową realizacją inwestycji - Ponoszenie dodatkowych kosztów np. gdy dworzec należy do innego zarządcy to nie ma zgody aby zabudować przełączniownię, co może skutkować tym, że trzeba budować osobne kontenery/ przełączniownie 	Etap zabudowy	Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Różne wymagania zarządców	<ul style="list-style-type: none"> - niespójność pomiędzy inwestycjami - dezorientacja wykonawców inwestycji 	Etap zabudowy Etap dopuszczenia do eksploatacji	Wykonawca Zarządca Infrastruktury
8	Projektowe / techniczne	Przebudowa torów jednokierunkowych na dwukierunkowe (dwutorowe)	Przebudowa powoduje zmianę dł. użytecznej torów, czy też zmianę rozmieszczenia urządzeń srk	Etap zabudowy	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Wskaźniki W11 przed sygnalizatorami (BAIT nie daje na to zgody)	To skutkuje wydłużeniem drogi (stacji) a jak się wydłuża droga to przejazdy, które nie wchodziły w zakres stacji – teraz wchodzi, co wymaga instalacji kolejnych urządzeń srk, co następnie wydłuża długość stacji o 500m.	Etap zabudowy	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Brak aktualnej dokumentacji	PKP często nie posiada żadnej dokumentacji dot. pewnych obiektów, a jak jest to często nieaktualna, co powoduje opóźnienia w realizacji inwestycji, roszczenia wykonawców czy też błędy w projektowaniu	Etap projektowania	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Nieprojektowanie tablic obejściowych	Tablice obejściowe są konieczne, a część projektantów tego nie projektuje	Etap projektowania	Projektant Zarządca Infrastruktury

Lp	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Skutki	Etap	Interesariusze
		Projektowanie zasilania przez projektantów srk	Projektanci projektują podtrzymanie, agregat, UPS, ale problemem jest to, „jaka powinna być pojemność UPS” i na jak długo musi wystarczyć	Etap projektowania	Projektant
		Brak danych dot. srk na etapie projektu	Wykonując na zlecenie PKP PLK projekt należy oszacować koszty srk, a nie można podać producenta systemów srk, a każdy z producentów ma inne systemy i różne koszty. Systemy różnią się od sobą min. okablowaniem, co też ma znaczenie na etapie projektu	Etap projektowania	Projektant Zarządca Infrastruktury Jednostka Oceniająca
		Niepoprawne określenie granicy inwestycji	<ul style="list-style-type: none"> – Granice inwestycji są często źle określone, i często źle rozliczane, ponieważ dzielone są na stacje, szlaki itd., – Problem z określeniem gdzie zaczyna się i kończy inwestycja (granice RBC, balisy itd.) – Błędne określenie granic powoduje problem z rozliczeniem inwestycji 	Etap projektowania Etap zabudowy Etap certyfikacji i dopuszczenia do eksploatacji	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury Jednostka Oceniająca
		Brak planu ruchowego dla sieci kolejowej, dla której stacji ile torów jest potrzebnych i jakie (ile torów dostępowych, ile towarowych itd.)	<ul style="list-style-type: none"> – Na początku nie ustala się, jakie urządzenia, jaki pojazd będzie jeździł itd. co później powoduje niedopasowanie (np. dziób pednolino, Inspiro w metrze) co wpływa na drogę hamowania itp. – Kozły samohamowne zaprojektowane na 160 ton, a pojawiły się zamówienia, że pojazd może być na 180t., co wpływa na drogę hamowania itd. A kozły są projektowane przez torowca – Np. wykonawca musiał zmienić cały system, aby pociągi mogły dojeżdżać do kozła oporowego z prędkością 5km/h 	Etap eksploatacji	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Projektowanie różnych długości użytecznych toru oraz dróg hamowania	<ul style="list-style-type: none"> – Dł. użyteczna toru jak i dł. pomiędzy semaforami jest różna – Układy torowe powinny być proste na wjazdach na stację, a ostatnio przez SRK muszą być wydłużone stacje – Brak ujednolicenia długości drogi ochronnej – Konieczność wydłużenia długości użytecznej torów stacyjnych powoduje włączenie rozjazdów w drogi ochronne, co powoduje konieczność przesuwania semaforów – Brak pełnej drogi hamowania, co skutkuje włączeniem rozjazdów w drogi ochronne, konieczność stosowania wskaźników W19/W20 	Etap projektowania Etap zabudowy	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury Jednostka
		Brak zaplanowania rozbudowy stacji	Na dużych stacjach przy skupiskach rozjazdów nie ma miejsca na napędy	Etap projektowania Etap zabudowy	Zarządca infrastruktury Wykonawca

Lp	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Skutki	Etap	Interesariusze
		Lokalizacja peronów i konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej uniemożliwiająca przesunięcie semaforów stacyjnych /sbl	Konieczność stosowania wskaźników W19/W20 na semaforach	Etap zabudowy	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Nowe przejścia trapezowe z rozjazdami o nietypowych i różnych skosach (np. 1: 14) wskaźników W21	Lokalizacja trapezu w miejscu dowolnym, powoduje włączenie rozjazdów w drogi ochronne, konieczność stosowania W19/W20	Etap zabudowy	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Odwodnienie liniowe na międzytorzu	Konieczność przestawiania semaforów z lewej strony toru (zW15, W3) lub instalacja głowicy na konstrukcjach bramkowych	Etap zabudowy	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury
9	Inne	Brak stanowisk lokalnych	Wszystko sterowane jest z LCS-ów, a w przypadku awarii nie ma możliwości sterowania lokalnego	Etap eksploatacji	Zarządca infrastruktury
		Problem ze skrajnią i istniejącą siecią energetyczną	(wymagania 2.0. Z wymaganiami wchodzi się w skrajnię słupów trakcyjnych	Etap zabudowy	Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Sprzedaż gruntów przez PKP	Problem z zabudową zaprojektowanych systemów, budynków itp.	Etap zabudowy	Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Nieprzemysłana likwidacja przejazdów	Likwidacja przejazdów, który np. jest powiązany z innymi systemami powoduje konieczność zmiany całej aplikacji na stacji, co dużo kosztuje	Etap zabudowy	Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Brak wykwalifikowanych specjalistów	<ul style="list-style-type: none"> – Coraz niższy poziom wiedzy zamawiającego – Brak specjalistów wśród wykonawców inwestycji – Realizacja poważnych prac przez niedoświadczonych pracowników – Brak świadomości – Liczne błędy projektowe – Brak znajomości odczytu rysunku budowlanego przez inżynierów srk 	Etap projektowania, zabudowy Etap certyfikacji i dopuszczenia do eksploatacji Etap eksploatacji	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury Jednostka Oceniająca
		Instalacja ekranów dźwiękochłonnych	Ekran dźwiękochłonny wchodzi w trójkąt widoczności na przejazdach	Etap eksploatacji	Wykonawca Zarządca Infrastruktury
		Stosowanie urządzeń typu E	<ul style="list-style-type: none"> – Nikt nie ma uprawnień do urządzeń typu E i brakuje informacji kto ma tworzyć albumy (pkt.1 zał. S-01 do Listy) – Album E był kiedyś pomocą, ale była dowolność projektowania, – Jest bardzo dużo przebudów systemów klasy E, co nie podlega żadnej weryfikacji 	Etap certyfikacji i dopuszczenia do eksploatacji	Wykonawcy Zarządca infrastruktury
		Nieprecyzyjne określenie kilometrażu	Błędny kilometraż przy ERTMS jest problemem, ponieważ odometr musi go poprawnie mierzyć, przy lk E65 kilometraż wyszedł inny niż określony w dokumentacji	Etap zabudowy Etap certyfikacji i dopuszczenia do eksploatacji	Projektant Wykonawca Zarządca Infrastruktury Jednostka Oceniająca
		Mnogość firm zagranicznych	<ul style="list-style-type: none"> – Brak wiedzy na temat specyfiki systemów krajowych – Niska jakość wykonania prac 	Etap zabudowy	Wykonawca Zarządca Infrastruktury

Lp	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Skutki	Etap	Interesariusze
			<ul style="list-style-type: none"> – Bariera językowa – Na styku linii realizowanych przez różnych wykonawców są często niezgrzewające się kable, projekty itd. 		

Załącznik 2 / Tabela 2. Podział czynników ryzyka z punktu widzenia interesariuszy.

Lp.	Interesariusze	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Możliwe działania korygujące
1.	Projektant	Infrastruktura kablowa	Kolizja kabli srk z kablami innych branż	Koordinacja prac różnych branż na etapie projektowania
			Brak przepustów/ miejsca na kable	Zaplanowanie rozmieszczenia przepustów na etapie projektowania, a nie na etapie zabudowy
		Koordynacja prac pomiędzy branżami	Brak wiedzy o srk wśród projektantów innych branż	Wprowadzenia spotkań i szkoleń dla projektantów innych branż
			Projektowanie srk na końcu realizacji inwestycji, czyli na tym, co zostało zastane	Określenie niezbędnych wymagań dot. projektowania srk dla projektantów innych branż, które
			Podział projektantów oraz projektowanie wszystkich branż równocześnie przez różnych projektantów	Wprowadzenie szkoleń i spotkań warsztatowych dla projektantów wszystkich branż w celu polepszenia współpracy i przepływu informacji
		Urządzenia zewnętrzne	Kolizja semaforów z bramkami lub słupami trakcyjnymi	Szkolenia dla projektantów Wizje lokalne realizowane przez projektantów
			Przysłonięcie semaforów przez wiaty peronowe	Szkolenia dla projektantów Wizje lokalne realizowane przez projektantów
			Brak widoczności semaforów ustawionych za wiaduktem nad linią kolejową	Szkolenia dla projektantów Wizje lokalne realizowane przez projektantów
			Ograniczenie widoczności semaforów przez konstrukcje wsporcze i odciały sieci trakcyjnej	Szkolenia dla projektantów Wizje lokalne realizowane przez projektantów
		Interfejsy	Brak interfejsów spowodowany wprowadzaniem nowych systemów różnych producentów	Zaprojektowanie uniwersalnego interfejsu Projektowanie interfejsów już na początku trwania inwestycji
			Projektowanie interfejsów przekątnikowych dla systemów komputerowych	Projektowanie interfejsów komputerowych
		Wymagania administracyjno-prawne	Ciągłe zmiany przepisów prawnych	Szkolenia dot. zmian przepisów
			Niejednoznaczność przepisów prawnych	Szkolenia/ spotkania robocze dot. wymagań przepisów prawnych oraz ich interpretacji
			Brak określonych przepisów/wymagań	Konsultacje z Zamawiającym oraz UTK
		Współpraca z zarządcą	Brak aktualnej dokumentacji projektowej	Wizje lokalne Aktualizacja projektów przez PKP PLK
			Brak ustalonego regulaminu technicznego (planu ruchowego) dla stacji/sieci kolejowej	Ustalenie planu ruchowego z Zarządcą

Lp.	Interesariusze	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Możliwe działania korygujące
		Inne	Nieprojektowanie tablic obejściowych	Wprowadzenie obowiązku projektowania tablic obejściowych przez wszystkich projektantów
			Projektowanie zasilania przez projektantów srk	Szkolenia dot. projektowania zasilania
			Brak danych dot. srk na etapie projektu	Określenie niezbędnych wymagań dot srk na etapie projektowania
			Niepoprawne określenie granicy inwestycji	Jasne określenie granic poprzez konsultacje z Zamawiającym
			Brak planu ruchowego dla sieci kolejowej, dla której stacji ile torów jest potrzebnych i jakie (ile torów dostępowych, ile towarowych itd.)	Projektowanie i planowanie ruchowe dla stacji wraz z planem na rozbudowę Konsultacje z Zamawiającym
			Projektowanie różnych długości użytecznych toru oraz dróg hamowania	Standaryzacja wymagań dot. długości toru
			Brak wykwalifikowanych specjalistów	Szkolenia dla pracowników Dodatkowa kontrola prac wykonanych przez niedoświadczonych pracowników
2.	Wykonawca inwestycji / Producent	Infrastruktura kablowa	Kolizja kabli srk z kablami innych branż	Próba izolacji kabli srk od innych kabli
			Brak przepustów/ miejsca na kable	Zwiększenie liczby przepustów Szukanie dodatkowych rozwiązań/ miejsc do instalacji kabli
			Brak spełnienia wymagań palności przez kable	Odrzucenie kabli bez wymaganych badań Przebadanie kabli zgodnie z wymaganiami dot. palności
			Duża ilość kabli w budynkach nastawni, w tym też innych branż np. telekomunikacyjnych, szaf kablowych	Izolowanie kabli sygnałowych od kabli innych branż Badanie i kontrola zakłóceń
			Pozostawianie „starych” kabli w ziemi	Uporządkowanie „starych” kabli w porozumieniu z Zamawiającym
			Nieprzystosowanie obiektów inżynierskich do prowadzenia po nich kabli	Szukanie dodatkowych rozwiązań/ miejsc do instalacji kabli
		Koordinacja prac pomiędzy branżami	Projektowanie i zabudowa srk na końcu, czyli na tym, co zostało zastane	Współpraca i przepływ informacji pomiędzy „branżami” Stworzenie wykazu obligatoryjnych wymagań dot. srk, które trzeba mieć na uwadze od samego początku projektu
		Fazowanie	Nieplanowana liczba fazowań (np. zamiast 3 faz było np. 19 fazowań, gdzie za każdym razem musi być realizowane zamknięcie toru itp.)	Planowanie fazowań z wyprzedzeniem Współpraca z zamawiającym
			Brak analiz i planowania fazowania	Planowanie fazowań z wyprzedzeniem
			Ochrona boczna dla przebiegów pociągowych, co jest wyzwaniem ze względu na fazowanie	
		Urządzenia zewnętrzne	Kolizja semaforów z bramkami lub słupami trakcyjnymi	Próba zabudowy semaforów w innym miejscu Konieczność zastosowania sygnałów powtarzających
			Przysłonięcie semaforów przez wiaty peronowe	Próba zabudowy semaforów w innym miejscu
			Brak widoczności semaforów ustawionych za wiaduktem nad linią kolejową	Próba zabudowy semaforów w innym miejscu Konieczność zastosowania sygnałów powtarzających

Lp.	Interesariusze	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Możliwe działania korygujące
			Ograniczenie widoczności semaforów przez konstrukcje wsporcze i odciągi sieci trakcyjnej	Konieczność przesunięcia semaforów sbl i instalację wskaźników W11
		Interfejsy	Brak interfejsów spowodowany wprowadzaniem nowych systemów różnych producentów	Pozyskanie dokumentów dot. zastosowanych systemów srk w celu stworzenia interfejsu
			Wysoki koszt interfejsów	Przewidywanie kosztów interfejsów Uzgodnienia z Zamawiającym
			Projektowanie interfejsów przekaźnikowych dla systemów komputerowych	Dążenie do stosowania interfejsów komputerowych
		Wymagania administracyjno-prawne	Ciągłe zmiany przepisów prawnych	Uczestnictwo w szkoleniach kursach dot. zmian w przepisach
			Niejednoznaczność przepisów prawnych	Szkolenia/ spotkania robocze dot. wymagań przepisów prawnych oraz ich interpretacji
			Mała świadomość przepisów prawnych wśród interesariuszy	Uczestnictwo w szkoleniach kursach dot. zmian w przepisach
			Brak pozwoleń	Próba przyspieszenia procesu uzyskiwania pozwoleń
			Brak zarządzania dokumentacją i zmianami przez PKP PLK	Współpraca z Zamawiającym
			Brak określonych przepisów/wymagań	Konsultacje z Zamawiającym oraz UTK
		Współpraca zarządców	Konflikt pomiędzy zarządcami infrastruktury	Współpraca z zarządcami
			Różne wymagania zarządców	Współpraca z Zamawiającym
		Projektowe / techniczne	Przebudowa torów jednokierunkowych na dwukierunkowe (dwutorowe)	Zmiana dł. Użytecznej torów
			Wskaźniki W11 przed sygnalizatorami (BAIT nie daje na to zgody)	Instalacji kolejnych urządzeń srk,
			Brak aktualnej dokumentacji	Współpraca z Zamawiającym Aktualizacja dokumentacji
			Niepoprawne określenie granicy inwestycji	Weryfikacja granic inwestycji Współpraca z zamawiającym
			Projektowanie różnych długości użytecznych toru oraz dróg hamowania	Standaryzacja długości użytecznych toru
			Brak zaplanowania rozbudowy stacji	Współpraca z Zamawiającym
			Lokalizacja peronów i konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej uniemożliwiająca przesunięcie semaforów stacyjnych /sbl	konieczność stosowania wskaźników W19/W20 na semaforach
			Nowe przejścia trapezowe z rozjazdami o nietypowych i różnych skosach (np. 1: 14) wskaźników W21	konieczność stosowania Lokalizacja trapezu w miejscu dowolnym, powoduje włączenie rozjazdów w drogi ochronne, konieczność stosowania W19/W20
			Odwodnienie liniowe na międzytorzu	konieczność przestawiania semaforów z lewej strony toru (zW15, W3) lub instalacja głowicy na konstrukcjach bramkowych
			Inne	Szkolenia dla wykonawców Szukanie innych rozwiązań Wprowadzenie sygnałów powtarzających
				Sprzedaż gruntów przez PKP
			Nieprzemyślana likwidacja przejazdów	
			Brak wykwalifikowanych specjalistów	Szkolenia / kursy

Lp.	Interesariusze	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Możliwe działania korygujące
			Stosowanie urządzeń typu E	Zgłaszanie tego Zamawiającemu
			Nieprecyzyjne określenie kilometrażu	Współpraca z Zamawiającym
			Mnogość firm zagranicznych	Nawiązanie współpracy
3.	Zarządca infrastruktury	Infrastruktura kablowa	Pozostawianie „starych” kabli w ziemi	Usunięcie „starych” kabli
		Fazowanie	Nieplanowana liczba fazowań (np. zamiast 3 faz było np. 19 fazowań, gdzie za każdym razem musi być realizowane zamknięcie toru itp.)	Planowanie fazowań Przyśpieszenie procedury fazowań
			Brak analiz i planowania fazowania	Planowanie fazowań Przyśpieszenie procedury fazowań
			Ochrona boczna dla przebiegów pociągowych, co jest wyzwaniem ze względu na fazowanie	Planowanie fazowań Przyśpieszenie procedury fazowań
		Ustawienia zewnętrzne	Kolizja semaforów z bramkami lub słupami trakcyjnymi	Zmiana projektu Współpraca z Wykonawcami
			Przysłonięcie semaforów przez wiaty peronowe	Zmiana projektu Współpraca z Wykonawcami
			Brak widoczności semaforów ustawionych za wiaduktem nad linią kolejową	Zmiana projektu Współpraca z Wykonawcami
			Ograniczenie widoczności semaforów przez konstrukcje wsporcze i odciągi sieci trakcyjnej	Zmiana projektu Współpraca z Wykonawcami
		Interfejsy	Brak interfejsów spowodowany wprowadzaniem nowych systemów różnych producentów	Planowanie interfejsów na etapie przetargu Stworzenie uniwersalnego interfejsu
			Wysoki koszt interfejsów	Planowanie kosztów już na etapie ofertowania
		Wymagania administracyjno-prawne	Ciągłe zmiany przepisów prawnych	Szkolenia/warsztaty
			Niejednoznaczność przepisów prawnych	Szkolenia/ spotkania robocze dot. wymagań przepisów prawnych oraz ich interpretacji
			Mała świadomość przepisów prawnych wśród interesariuszy	Szkolenia/ spotkania robocze dot. wymagań przepisów prawnych
			Brak pozwoleń	Przyśpieszenie procesu uzyskiwania pozwoleń
			Brak zarządzania dokumentacją i zmianami przez PKP PLK	Nadzór nad dokumentacją
		Współprac zarządców	Konflikt pomiędzy zarządcami np. PKP a SKM, PKM	Polepszenie i chęć współpracy z innymi zarządcami
		Projektowe/techniczne	Przebudowa torów jednokierunkowych na dwukierunkowe (dwutorowe)	
			Wskaźniki W11 przed sygnalizatorami (BAIT nie daje na to zgody)	
			Niepoprawne określenie granicy inwestycji	Precyzyjne określanie granic inwestycji
			Brak planu ruchowego dla sieci kolejowej, dla której stacji ile torów jest potrzebnych i jakie (ile torów dostępowych, ile towarowych itd.)	Przygotowanie planu ruchowego dla każdej linii
			Projektowanie różnych długości użytecznych toru oraz dróg hamowania	Standaryzacja dł. Użytecznej toru
			Brak zaplanowania rozbudowy stacji	Przygotowanie planów rozbudowy stacji
			Lokalizacja peronów i konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej uniemożliwiająca przesunięcie semaforów stacyjnych /sbl	konieczność stosowania wskaźników W19/W20 na semaforach

Lp.	Interesariusze	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Możliwe działania korygujące
			Nowe przejścia trapezowe z rozjazdami o nietypowych i różnych skosach (np. 1: 14) wskaźników W21	konieczność stosowania Lokalizacja trapezu w miejscu dowolnym, powoduje włączenie rozjazdów w drogi ochronne, konieczność stosowania W19/W20
			Odwodnienie liniowe na międzytorzu	konieczność przestawiania semaforów z lewej strony toru (zW15, W3) lub instalacja głowicy na konstrukcjach bramkowych
		Inne	Brak stanowisk lokalnych	
			Nieprzemyślana likwidacja przejazdów	Analiza podejmowanych decyzji
			Brak wykwalifikowanych specjalistów	Szkolenia
			Instalacja ekranów dźwiękochłonnych	Instalacja ekranów z zachowaniem widoczności
			Stosowanie urządzeń typu E	Określenie wymagań
			Nieprecyzyjne określenie kilometrażu	
Mnogość firm zagranicznych	Weryfikacja wykonawców producentów przez Zarządców			
4.	Jednostka Oceniająca	Wymagania administracyjno-prawne	Ciągłe zmiany przepisów prawnych	Szkolenie/spotkania
			Niejednoznaczność przepisów prawnych	Szkolenie/spotkania
		Projektowe / techniczne	Niepoprawne określenie granicy inwestycji	Szkolenie/spotkania Współpraca z wykonawcą
		Inne	Brak wykwalifikowanych specjalistów	Szkolenie/spotkania
			Nieprecyzyjne określenie kilometrażu	Szkolenie/spotkania Współpraca z wykonawcą

Załącznik 2 / Tabela 3. Podział czynników ryzyka w odniesieniu do etapów inwestycji.




Lp	Etapy inwestycji	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Interesariusze
1.	Etap projektowania	Infrastruktura kablowa	Kolizja kabli srk z kablami innych branż	Projektant Wykonawca / Producent
			Brak przepustów/ miejsca na kable	Projektant Wykonawca / Producent
		Koordynacja prac pomiędzy branżami	Brak wiedzy o srk wśród projektantów innych branż	Projektant Wykonawca / Producent
			Projektowanie srk na końcu, czyli na tym, co zostało zastane	Projektant
			Podział projektantów oraz projektowanie wszystkich branż równocześnie	Projektant
		Urządzenia zewnętrzne	Kolizja semaforów z bramkami lub słupami trakcyjnymi	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Interfejsy	Projektowanie interfejsów przekaźnikowych dla systemów komputerowych	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Wymagania administracyjno-prawne	Ciągłe zmiany przepisów prawnych	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury Jednostka Oceniająca
			Niejednoznaczność przepisów prawnych	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury Jednostka Oceniająca
			Mała świadomość przepisów prawnych wśród interesariuszy	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury Jednostka Oceniająca
			Brak określonych przepisów/wymagań	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Projektowe/techniczne	Brak aktualnej dokumentacji	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Nieprojektowanie tablic obejściowych	Projektant
			Projektowanie zasilania przez projektantów srk	Projektant
			Brak danych dot. srk na etapie projektu	Projektant
			Niepoprawne określenie granicy inwestycji	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Projektowanie różnych długości użytecznych toru oraz dróg hamowania	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Brak zaplanowania rozbudowy stacji	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Inne	Brak wykwalifikowanych specjalistów	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		2.	Etap zabudowy	Infrastruktura kablowa
Brak przepustów/ miejsca na kable	Projektant Wykonawca / Producent			
Brak spełnienia wymagań palności przez kable	Wykonawca / Producent			
Pozostawianie „starych” kabli w ziemi	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury			
Nieprzystosowanie obiektów inżynierskich do prowadzenia po nich kabli	Wykonawca / Producent			




Lp	Etapy inwestycji	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Interesariusze
		Koordinacja prac pomiędzy branżami	Projektowanie i zabudowa srk na końcu, czyli na tym, co zostało zastane	Projektant
		Fazowanie	Nieplanowana liczba fazowań (np. zamiast 3 faz było np. 19 fazowań, gdzie za każdym razem musi być realizowane zamknięcie toru itp.)	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Brak analiz i planowania fazowania	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Ochrona boczna dla przebiegów pociągowych, co jest wyzwaniem ze względu na fazowanie	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Urządzenia zewnętrzne	Kolizja semaforów z bramkami lub słupami trakcyjnymi	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Przysłonięcie semaforów przez wiaty peronowe	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Brak widoczności semaforów ustawionych za wiaduktem nad linią kolejową	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Ograniczenie widoczności semaforów przez konstrukcje wsporcze i odciągi sieci trakcyjnej	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Interfejsy	Brak interfejsów spowodowany wprowadzaniem nowych systemów różnych producentów	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Wysoki koszt interfejsów	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Wymagania administracyjno-prawne	Ciągłe zmiany przepisów prawnych	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury, Jednostka Oceniająca
			Niejednoznaczność przepisów prawnych	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury Jednostka Oceniająca
			Mała świadomość przepisów prawnych	Wykonawca / Producent
			Brak pozwoleń	Wykonawca / Producent
			Brak zarządzania dokumentacją i zmianami przez PKP PLK	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Brak przepisów/wymagań	Wykonawca / Producent
		Współpraca zarządców	Konflikt pomiędzy zarządcami infrastruktury	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Różne wymagania zarządców	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Projektowe / techniczne	Przebudowa torów jednokierunkowych na dwukierunkowe (dwutorowe)	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Wskaźniki W11 przed sygnalizatorami (brak zgody PKP)	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Niepoprawne określenie granicy inwestycji	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury Jednostka Oceniająca
			Projektowanie różnych długości użytecznych toru oraz dróg hamowania	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Brak zaplanowania rozbudowy stacji	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Lokalizacja peronów i konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej uniemożliwiająca przesunięcie semaforów stacyjnych /sbl	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury

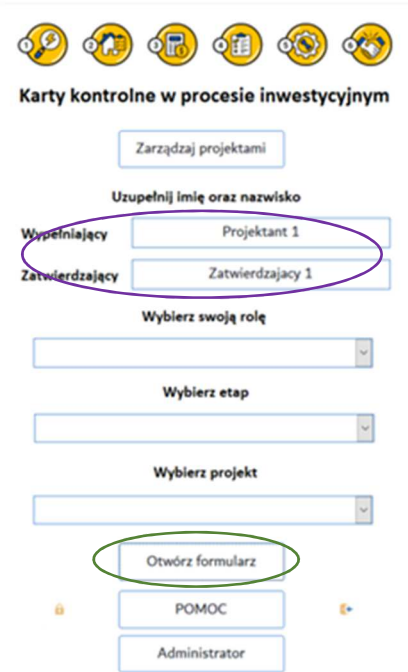
Lp	Etapy inwestycji	Grupa czynników ryzyka	Czynniki ryzyka	Interesariusze
			Nowe przejścia trapezowe z rozjazdami o nietypowych i różnych skosach (np. 1: 14) wskaźników W21	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Odwodnienie liniowe na międzytorzu	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Inne	Problem ze skrajnią i istniejącą siecią energetyczną	Wykonawca / Producent
			Sprzedaż gruntów przez PKP	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Nieprzemyślana likwidacja przejazdów	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Brak wykwalifikowanych specjalistów	Projektanci Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Nieprecyzyjne określenie kilometrażu	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Mnogość firm zagranicznych	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
3.	Etap certyfikacji i dopuszczenia do eksploatacji	Wymagania administracyjno-prawne	Ciągłe zmiany przepisów prawnych	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury Jednostka Oceniająca
			Niejednoznaczność przepisów prawnych	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury Jednostka Oceniająca
			Mała świadomość przepisów prawnych wśród interesariuszy	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Współpraca zarządców	Różne wymagania zarządców	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Projektowe / techniczne	Niepoprawne określenie granicy inwestycji	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Inne	Brak wykwalifikowanych specjalistów	Projektant Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Stosowanie urządzeń typu E	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Nieprecyzyjne określenie kilometrażu	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury y
4.	Etap eksploatacji	Infrastruktura kablowa	Duża ilość kabli w budynkach nastawni, w tym też innych branż np. telekomunikacyjnych, szaf kablowych	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Urządzenia zewnętrzne	Kolizja semaforów z bramkami lub słupami trakcyjnymi	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Przysłonięcie semaforów przez wiaty peronowe	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Brak widoczności semaforów ustawionych za wiaduktem nad linią kolejową	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Ograniczenie widoczności semaforów przez konstrukcje wsporcze i odciągi sieci trakcyjnej	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Wymagania administracyjno-prawne	Mała świadomość przepisów prawnych wśród interesariuszy	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
		Projektowe/techniczne	Brak planu ruchowego dla sieci kolejowej, dla której stacji ile torów jest potrzebnych i jakie (ile torów dostępowych, ile towarowych itd.)	Zarządca infrastruktury
		Inne	Brak wykwalifikowanych specjalistów	Wykonawca / Producent Zarządca infrastruktury
			Instalacja ekranów dźwiękochłonnych	Zarządca infrastruktury






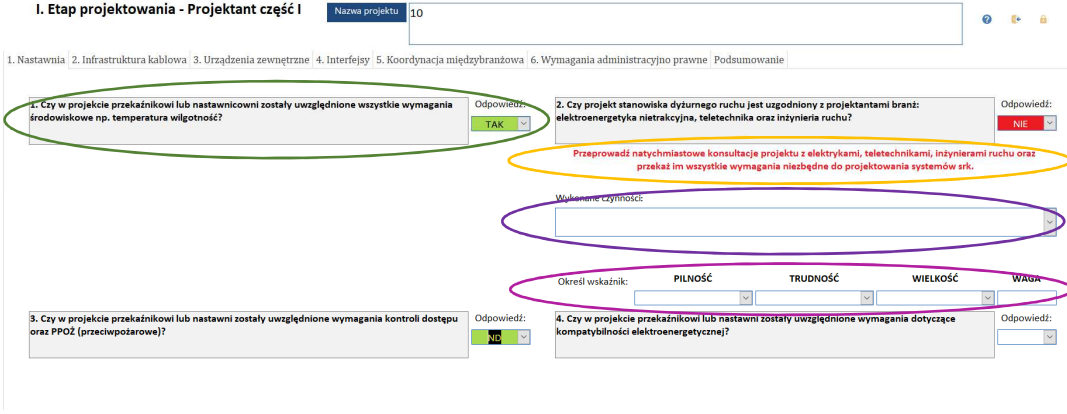
Załącznik nr 3. Instrukcja do programu w MS Access

Instrukcja do programu – Karty kontrolne w procesie inwestycyjnym	Wersja 2 / 05.11.2021
Instrukcja jest dedykowana dla projektantów	Etap projektowania
Do uruchomienia programu niezbędne jest posiadanie pakietu MS Office	Microsoft Access

Lp	Czynności do wykonania	Widok programu	Opis i uwagi
1.	Uruchomienie programu i logowanie		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Należy wybrać przycisk „logowanie”; ✓ Ikona  oznacza powrót do poprzedniego okna; ✓ Ikona  oznacza wejście do ustawień programu (zakaz wprowadzania zmian w ustawieniach i kodzie programu)

Lp	Czynności do wykonania	Widok programu	Opis i uwagi														
2.	Dodanie projektu / Zarządzanie projektami	 <p>Karty kontrolne w procesie inwestycyjnym</p> <p>Zarządzaj projektami</p> <p>Uzupełnij imię oraz nazwisko</p> <p>Wypełniający Projektant 1</p> <p>Zatwierdzający Zatwierdzający 1</p> <p>Wybierz swoją rolę</p> <p>Wybierz etap</p> <p>Wybierz projekt</p> <p>Otwórz formularz</p> <p>POMOC</p> <p>Administrator</p> <p>CooperStandard Zarządzaj projektami</p> <p>Dodaj nowy projekt</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nazwa projektu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>Lp</td> </tr> <tr> <td>6 projekt</td> <td>Lp</td> </tr> <tr> <td>7 test</td> <td>Lp</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Lp</td> </tr> <tr> <td>Czwarty</td> <td>Lp</td> </tr> <tr> <td>Trzeci raport</td> <td>Lp</td> </tr> </tbody> </table>	Nazwa projektu		10	Lp	6 projekt	Lp	7 test	Lp	8	Lp	Czwarty	Lp	Trzeci raport	Lp	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aby wprowadzić projekt należy wybrać przycisk „Zarządzanie projektami”, ✓ W oknie z wykazem projektów można wybrać przycisk „Dodaj projekt”, wpisać nazwę projektu i dodać go do bazy danych ✓ Wybierając ikonę  można usunąć błędny projekt z bazy danych ✓ Po dodaniu projektu należy wrócić do poprzedniego okna wybierając przycisk 
Nazwa projektu																	
10	Lp																
6 projekt	Lp																
7 test	Lp																
8	Lp																
Czwarty	Lp																
Trzeci raport	Lp																


Lp	Czynności do wykonania	Widok programu	Opis i uwagi
3.	Wprowadzenie danych	 <p>Karty kontrolne w procesie inwestycyjnym</p> <p>Zarządzaj projektami</p> <p>Uzupełnij imię oraz nazwisko</p> <p>Wypełniający Projektant 1</p> <p>Zatwierdzający Zatwierdzający 1</p> <p>Wybierz swoją rolę</p> <p>Wybierz etap</p> <p>Wybierz projekt</p> <p>Otwórz formularz</p> <p>POMOC</p> <p>Administrator</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Należy wprowadzić Imię i Nazwisko osoby wypełniającej jak i zatwierdzającej wyniki analizy. Dane te pojawią się na każdej karcie oraz w podsumowaniu; ✓ Należy wybrać rolę w procesie – projektant ✓ Należy wybrać etap – projektowanie cz. 1, a następnie przejść do cz.2; ✓ Należy wybrać projekt. Jeżeli danego projektu brakuje w liście rozwijalnej to należy wybrać przycisk „zarządzaj projektami” i postępować zgodnie z opisem z pkt.2; ✓ Wybierając przycisk „pomoc” można zapoznać się z krótkim opisem programu; ✓ Po uzupełnieniu wszystkich danych należy wybrać przycisk „Otwórz formularz”.

Lp	Czynności do wykonania	Widok programu	Opis i uwagi
4.	Opis formularza		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Jeżeli okno nie mieści się na pulpicie należy je zmniejszyć, wtedy też po prawej stronie pojawi się suwak do przewijania strony ✓ Na górze znajduje się automatycznie wpisana nazwa projektu; ✓ Każdy formularz posiada zakładki o nazwie obszarów zagrożeń ✓ Po prawej stronie u góry znajdują się przyciski do wyjścia , wejścia do ustawień programu  (zakaz wprowadzania zmian) oraz do pomocy  ; ✓ Wybierając przycisk  pojawi się okno z opisem oraz wskazówkami jak wypełnić dany formularz; ✓ W każdej zakładce znajduje się kilka pytań dotyczących danego projektu, na które należy odpowiedzieć wybierając odpowiedź Tak, Nie lub Nie dotyczy
5.	Odpowiedzi na pytania		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Jeżeli odpowiedź na pytanie jest TAK lub Nie dotyczy to należy przejść do następnego pytania; ✓ Jeżeli odpowiedź brzmi NIE, to pojawiają się dodatkowe komunikaty: <ul style="list-style-type: none"> ○ Komunikat na czerwono oznacza sugestię, co należy uzupełnić lub poprawić ○ W polu „Wykonane czynności” można od razu wybrać z rozwijalnej listy, jakie czynności zostały wykonane lub też wrócić do tego formularza i uzupełnić wprowadzone działania po ich realizacji. ○ Można również wybrać działania „inne, jakie” i wpisać działania w polu, które się pojawi; ○ Następnie należy określić wskaźnik zgodnie z punktem 6 instrukcji.

Lp	Czynności do wykonania	Widok programu	Opis i uwagi
6.	Określenie wskaźników		<ul style="list-style-type: none"> ✓ W polach pod nazwą „Określ wskaźnik” należy wpisać wartości od 1 do 4. Znaczenie tych ocen opisano w zakładce pomoc , do której w każdej chwili można wejść; ✓ Wartości wskaźników należy określać rzetelnie w odniesieniu do analizowanego projektu; ✓ Wpisane wartości dla kategorii Pilności, Trudności i Wielkości powodują wyliczenie wskaźnika wagi ryzyka ✓ Wyliczona wartość wagi ryzyka podświetli się odpowiednim kolorem w zależności od wyniku: <ul style="list-style-type: none"> o 0-11 – zielony o 12-24 – żółty o >24 – czerwony ✓ Należy odpowiedzieć na każde pytania bez pozostawiania wolnych pól;
7.	Wypełnienie wszystkich kart kontrolnych		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Należy przejść przez każdą kartę i odpowiedzieć na wszystkie pytania ✓ Na dole każdej karty automatycznie wpisuje się imię i nazwisko osoby wypełniającej oraz zatwierdzającej analizę, ✓ Dodatkowo znajduje się miejsce do podpisu, aby po wydruku wypełnionych kart osoby odpowiedzialne zweryfikowały projekt oraz wprowadzone działania ✓ Data utworzenia automatycznie generuje się podczas zapisu dokumentu do PDF ✓ Po wypełnieniu wszystkich kart należy przejść do zakładki „podsumowanie”

Lp	Czynności do wykonania	Widok programu	Opis i uwagi																																																																					
8.	Podsumowanie	<p>I. Etap projektowania - Projektant część I</p> <p>Nazwa projektu: Czwarty</p> <p>1. Nastawnia 2. Infrastruktura kablowa 3. Urządzenia zewnętrzne 4. Interfejsy 5. Koordynacja międzybranżowa 6. Wymagania administracyjno prawne Podsumowanie</p> <p>Formularz zawiera błędy. Skoryguj pola oznaczone jako "POPRAW"</p> <p>Podsumowanie</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Obszary</th> <th colspan="6">Wagi czynników ryzyka w danym obszarze</th> <th rowspan="2">Me</th> <th rowspan="2">R</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Nastawnia</td> <td>16</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>16</td> <td>24</td> <td>36</td> <td>17</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>2. Infrastruktura kablowa</td> <td>24</td> <td>36</td> <td>TAK</td> <td>36</td> <td>24</td> <td>-</td> <td>30</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>3. Urządzenia zewnętrzne</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>36</td> <td>16</td> <td>16</td> <td>-</td> <td>16</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>4. Interfejsy</td> <td>ND</td> <td>32</td> <td>ND</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>32</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>5. Koordynacja międzybranżowa</td> <td>ND</td> <td>TAK</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>6. Wymagania administracyjno prawne</td> <td>64</td> <td>POPRAW</td> <td>ND</td> <td>24</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>44</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table> <p>*pola z oznaczeniem "POPRAW" wymagają korekty... pola z wartością "TAK" oraz "ND" oznaczają brak zagrożeń w danym obszarze lub dany obszar nie ma zastosowania w analizowanym projekcie</p>	Obszary	Wagi czynników ryzyka w danym obszarze						Me	R	1	2	3	4	5	6	1. Nastawnia	16	16	18	16	24	36	17	20	2. Infrastruktura kablowa	24	36	TAK	36	24	-	30	12	3. Urządzenia zewnętrzne	16	18	36	16	16	-	16	20	4. Interfejsy	ND	32	ND	-	-	-	32	32	5. Koordynacja międzybranżowa	ND	TAK	-	-	-	-	-	-	6. Wymagania administracyjno prawne	64	POPRAW	ND	24	-	-	44	40	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Przechodząc do podsumowania odczytujemy wyniki analizy; ✓ W podsumowaniu nie ma potrzeby wprowadzania już żadnych danych, ponieważ one generują się automatycznie; ✓ Jeżeli w poprzednich kartach pozostawiliśmy jakieś pytanie bez odpowiedzi lub coś błędnie zostało uzupełnione to w podsumowaniu pojawi się komunikat: „Formularz zawiera błędy. Skoryguj pola oznaczone, jako „POPRAW”; ✓ Pola „POPRAW” oznaczają, że w tym pytaniu pojawił się błąd;
Obszary	Wagi czynników ryzyka w danym obszarze						Me	R																																																																
	1	2	3	4	5	6																																																																		
1. Nastawnia	16	16	18	16	24	36	17	20																																																																
2. Infrastruktura kablowa	24	36	TAK	36	24	-	30	12																																																																
3. Urządzenia zewnętrzne	16	18	36	16	16	-	16	20																																																																
4. Interfejsy	ND	32	ND	-	-	-	32	32																																																																
5. Koordynacja międzybranżowa	ND	TAK	-	-	-	-	-	-																																																																
6. Wymagania administracyjno prawne	64	POPRAW	ND	24	-	-	44	40																																																																
9.	Przejdź do części drugiej projektowania	<p>I. Etap projektowania - Projektant część I</p> <p>Nazwa projektu: 6 projekt</p> <p>1. Nastawnia 2. Infrastruktura kablowa 3. Urządzenia zewnętrzne 4. Interfejsy 5. Koordynacja międzybranżowa 6. Wymagania administracyjno prawne Podsumowanie</p> <p>Podsumowanie</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Obszary</th> <th colspan="6">Wagi czynników ryzyka w danym obszarze</th> <th rowspan="2">Me</th> <th rowspan="2">R</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Nastawnia</td> <td>ND</td> <td>ND</td> <td>ND</td> <td>TAK</td> <td>ND</td> <td>TAK</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2. Infrastruktura kablowa</td> <td>TAK</td> <td>TAK</td> <td>8</td> <td>TAK</td> <td>TAK</td> <td>-</td> <td>8</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>3. Urządzenia zewnętrzne</td> <td>TAK</td> <td>TAK</td> <td>TAK</td> <td>TAK</td> <td>TAK</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4. Interfejsy</td> <td>TAK</td> <td>27</td> <td>ND</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>27</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>5. Koordynacja międzybranżowa</td> <td>TAK</td> <td>12</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>6. Wymagania administracyjno prawne</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>TAK</td> <td>TAK</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>15</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>*pola z oznaczeniem "POPRAW" wymagają korekty... pola z wartością "TAK" oraz "ND" oznaczają brak zagrożeń w danym obszarze lub dany obszar nie ma zastosowania w analizowanym projekcie</p> <p>Przejdź do części drugiej</p>	Obszary	Wagi czynników ryzyka w danym obszarze						Me	R	1	2	3	4	5	6	1. Nastawnia	ND	ND	ND	TAK	ND	TAK	-	-	2. Infrastruktura kablowa	TAK	TAK	8	TAK	TAK	-	8	8	3. Urządzenia zewnętrzne	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	-	-	-	4. Interfejsy	TAK	27	ND	-	-	-	27	27	5. Koordynacja międzybranżowa	TAK	12	-	-	-	-	12	12	6. Wymagania administracyjno prawne	12	18	TAK	TAK	-	-	15	6	<ul style="list-style-type: none"> ✓ W podsumowaniu po poprawnym wypełnieniu wszystkich pytań pojawi się przycisk „Przejdź do części drugiej” ✓ Należy uzupełnić część drugą, aby przejść do podsumowania całości ✓
Obszary	Wagi czynników ryzyka w danym obszarze						Me	R																																																																
	1	2	3	4	5	6																																																																		
1. Nastawnia	ND	ND	ND	TAK	ND	TAK	-	-																																																																
2. Infrastruktura kablowa	TAK	TAK	8	TAK	TAK	-	8	8																																																																
3. Urządzenia zewnętrzne	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	-	-	-																																																																
4. Interfejsy	TAK	27	ND	-	-	-	27	27																																																																
5. Koordynacja międzybranżowa	TAK	12	-	-	-	-	12	12																																																																
6. Wymagania administracyjno prawne	12	18	TAK	TAK	-	-	15	6																																																																

Lp	Czynności do wykonania	Widok programu	Opis i uwagi																																																																																																							
10.	Podsumowanie części drugiej	<p>I. Etap projektowania - Projektant część II</p> <p>Nazwa projektu: Projekt nr 2.2 (Wszystko na nie)</p> <p>7. Współpraca z Zarządcą Infrastruktury 8. Inne Podsumowanie</p> <p>Podsumowanie</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Obszary</th> <th colspan="6">Wagi czynników ryzyka w danym obszarze</th> <th rowspan="2">Me</th> <th rowspan="2">R</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Nastawnia (część I)</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>27</td> <td>64</td> <td>6</td> <td>18</td> <td>13</td> <td>63</td> </tr> <tr> <td>2. Infrastruktura kablowa (część I)</td> <td>12</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>36</td> <td>4</td> <td>-</td> <td>16</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>3. Urządzenia zewnętrzne (część I)</td> <td>8</td> <td>16</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>-</td> <td>8</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>4. Interfejsy (część I)</td> <td>16</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>12</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>5. Koordynacja międzybranżowa (część I)</td> <td>24</td> <td>32</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>28</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>6. Wymagania administracyjno prawne (część I)</td> <td>18</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>12</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>7. Współpraca z Zarządcą Infrastruktury</td> <td>24</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>8</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>8. Inne</td> <td>24</td> <td>8</td> <td>32</td> <td>64</td> <td>24</td> <td>-</td> <td>24</td> <td>56</td> </tr> </tbody> </table> <p>*pola z oznaczeniem "POPRAW" wymagają korekty... pola z wartością "TAK" oraz "ND" oznaczają brak zagrożeń w danym obszarze lub dany obszar nie ma zastosowania w analizowanym projekcie</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kolor</th> <th>Znaczenie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Green</td> <td>Poziom ryzyka akceptowalny – działania podejmowane w formie dobrowolnej, wymaga monitorowania</td> </tr> <tr> <td>Yellow</td> <td>Poziom ryzyka nieakceptowalny – wprowadzenie działań korygujących jest konieczne, ale mogą być przesunięte w czasie, wymaga stałego monitorowania</td> </tr> <tr> <td>Red</td> <td>Poziom ryzyka krytyczny – wymaga natychmiastowego działania</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Podsumowanie</th> <th>Wartość [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zagrożenia, które nie występują w analizowanym projekcie (TAK)</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Zagrożenia, które nie dotyczą danego projektu (ND)</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Zagrożenia, które występują w analizowanym projekcie</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p>UCL_{Me} - wartość granicy kontrolnej</p> <p>Me - wartość mediany obszaru</p> <p>R - rozstęp podzbioru</p> <p>\bar{Me} - wartość średnia median z obszarów 12,50</p> <p>\bar{R} - wartość średnia rozstępów ze wszystkich obszarów 57,00</p> <p>Granica kontrolna dla $A_4 = 0,36$</p> <p>$UCL_{Me} = \bar{Me} + A_4 \bar{R} = 33,02$</p> <p>Wartość czynników ryzyka powinna być mniejsza od UCL_{Me}.</p> <p>W procesie poddanym analizie na etapie projektowania 62% zaistniałych zagrożeń przekracza tolerowaną wartość ryzyka (R≥12).</p> <p>Obszary, które przekroczyły wartość 33,02 wymagają pilnej weryfikacji i wprowadzenia natychmiastowych działań korygujących poziom zagrożenia.</p> <p>Sprawdź obszary zagrożeń i wprowadź działania naprawcze!</p>	Obszary	Wagi czynników ryzyka w danym obszarze						Me	R	1	2	3	4	5	6	1. Nastawnia (część I)	1	8	27	64	6	18	13	63	2. Infrastruktura kablowa (część I)	12	16	18	36	4	-	16	32	3. Urządzenia zewnętrzne (część I)	8	16	4	8	4	-	8	12	4. Interfejsy (część I)	16	8	12	-	-	-	12	8	5. Koordynacja międzybranżowa (część I)	24	32	-	-	-	-	28	8	6. Wymagania administracyjno prawne (część I)	18	12	12	12	-	-	12	6	7. Współpraca z Zarządcą Infrastruktury	24	8	8	2	-	-	8	22	8. Inne	24	8	32	64	24	-	24	56	Kolor	Znaczenie	Green	Poziom ryzyka akceptowalny – działania podejmowane w formie dobrowolnej, wymaga monitorowania	Yellow	Poziom ryzyka nieakceptowalny – wprowadzenie działań korygujących jest konieczne, ale mogą być przesunięte w czasie, wymaga stałego monitorowania	Red	Poziom ryzyka krytyczny – wymaga natychmiastowego działania	Podsumowanie	Wartość [%]	Zagrożenia, które nie występują w analizowanym projekcie (TAK)	0	Zagrożenia, które nie dotyczą danego projektu (ND)	0	Zagrożenia, które występują w analizowanym projekcie	100	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Po wypełnieniu kart kontrolnych z części drugiej należy przejść do podsumowania całości ✓ W podsumowaniu znajdują się wszystkie wyniki oraz analiza dot. ilości zagrożeń ✓ Wszystkie zapisy w podsumowaniu generują się automatycznie i pokazują ile zagrożeń wykryto w projekcie i na jakie obszary należy zwrócić uwagę ✓ Wybierając przycisk „Drukuj” program sprawdzi poprawność i kompletność odpowiedzi, po czym automatycznie wydrukuje każdą kartę kontrolną do pliku pdf. ✓ Aby wydrukować karty z części pierwszej należy wrócić do części pierwszej wybierając przycisk „Otwórz pierwszą część” a później wybrać przycisk Drukuj
Obszary	Wagi czynników ryzyka w danym obszarze						Me	R																																																																																																		
	1	2	3	4	5	6																																																																																																				
1. Nastawnia (część I)	1	8	27	64	6	18	13	63																																																																																																		
2. Infrastruktura kablowa (część I)	12	16	18	36	4	-	16	32																																																																																																		
3. Urządzenia zewnętrzne (część I)	8	16	4	8	4	-	8	12																																																																																																		
4. Interfejsy (część I)	16	8	12	-	-	-	12	8																																																																																																		
5. Koordynacja międzybranżowa (część I)	24	32	-	-	-	-	28	8																																																																																																		
6. Wymagania administracyjno prawne (część I)	18	12	12	12	-	-	12	6																																																																																																		
7. Współpraca z Zarządcą Infrastruktury	24	8	8	2	-	-	8	22																																																																																																		
8. Inne	24	8	32	64	24	-	24	56																																																																																																		
Kolor	Znaczenie																																																																																																									
Green	Poziom ryzyka akceptowalny – działania podejmowane w formie dobrowolnej, wymaga monitorowania																																																																																																									
Yellow	Poziom ryzyka nieakceptowalny – wprowadzenie działań korygujących jest konieczne, ale mogą być przesunięte w czasie, wymaga stałego monitorowania																																																																																																									
Red	Poziom ryzyka krytyczny – wymaga natychmiastowego działania																																																																																																									
Podsumowanie	Wartość [%]																																																																																																									
Zagrożenia, które nie występują w analizowanym projekcie (TAK)	0																																																																																																									
Zagrożenia, które nie dotyczą danego projektu (ND)	0																																																																																																									
Zagrożenia, które występują w analizowanym projekcie	100																																																																																																									

Lp	Czynności do wykonania	Widok programu	Opis i uwagi																																																																																																							
11.	Ogólne informacje	<p>I. Etap projektowania - Projektant część II</p> <p>Nazwa projektu: Projekt nr 2.2 (Wszystko na nie)</p> <p>7. Współpraca z Zarządcą Infrastruktury 8. Inne Podsumowanie</p> <p>Podsumowanie</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Obszary</th> <th colspan="6">Wagi czynników ryzyka w danym obszarze</th> <th rowspan="2">Me</th> <th rowspan="2">R</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Nastawnia (część I)</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>27</td> <td>64</td> <td>6</td> <td>18</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2. Infrastruktura kablowa (część I)</td> <td>12</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>36</td> <td>4</td> <td>-</td> <td>16</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>3. Urządzenia zewnętrzne (część I)</td> <td>8</td> <td>16</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>-</td> <td>8</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>4. Interfejsy (część I)</td> <td>16</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>12</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>5. Koordynacja międzybranżowa (część I)</td> <td>24</td> <td>32</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>28</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>6. Wymagania administracyjno prawne (część I)</td> <td>18</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>12</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>7. Współpraca z Zarządcą Infrastruktury</td> <td>24</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>8</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>8. Inne</td> <td>24</td> <td>8</td> <td>32</td> <td>64</td> <td>24</td> <td>-</td> <td>24</td> <td>56</td> </tr> </tbody> </table> <p>*pola z oznaczeniem "POPPRAW" wymagają korekty... pola z wartością "TAK" oraz "ND" oznaczają brak zagrożeń w danym obszarze lub dany obszar nie ma zastosowania w analizowanym projekcie</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kolor</th> <th>Znaczenie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zielony</td> <td>Poziom ryzyka akceptowalny – działania podejmowane w formie dobrowolnej, wymaga monitorowania</td> </tr> <tr> <td>Żółty</td> <td>Poziom ryzyka nieakceptowalny – wprowadzenie działań korygujących jest konieczne, ale mogą być przesunięte w czasie, wymaga stałego monitorowania</td> </tr> <tr> <td>Czerwony</td> <td>Poziom ryzyka krytyczny – wymaga natychmiastowego działania</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Podsumowanie</th> <th>Wartość [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zagrożenia, które nie występują w analizowanym projekcie (TAK)</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Zagrożenia, które nie dotyczą danego projektu (ND)</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Zagrożenia, które występują w analizowanym projekcie</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p>UCL_{Me} - wartość granicy kontrolnej Me - wartość mediany obszaru R - rozstęp podzbioru</p> <p>\bar{Me} - wartość średnia median z obszarów 12,50 \bar{R} - wartość średnia rozstępów ze wszystkich obszarów 57,00 Granicz kontrolna dla $A_4 = 0,36$ $UCL_{Me} = \bar{Me} + A_4\bar{R} = 33,02$ Wartość czynników ryzyka powinna być mniejsza od UCL_{Me}.</p> <p>W procesie poddanym analizie na etapie projektowania 62% zaistniałych zagrożeń przekracza tolerowaną wartość ryzyka (R≥12). Obszary, które przekroczyły wartość 33,02 wymagają pilnej weryfikacji i wprowadzenia natychmiastowych działań korygujących poziom zagrożenia. Sprawdź obszary zagrożeń i wprowadź działania naprawcze!</p> <p>Imię i nazwisko osoby wypełniającej: Magdalena Kycko Podpis osoby wypełniającej: [pusty] Data utworzenia: [pusty]</p> <p>Imię i nazwisko osoby zatwierdzającej: Jan Kowalski Podpis osoby zatwierdzającej: [pusty]</p>	Obszary	Wagi czynników ryzyka w danym obszarze						Me	R	1	2	3	4	5	6	1. Nastawnia (część I)	1	8	27	64	6	18	-	-	2. Infrastruktura kablowa (część I)	12	16	18	36	4	-	16	32	3. Urządzenia zewnętrzne (część I)	8	16	4	8	4	-	8	12	4. Interfejsy (część I)	16	8	12	-	-	-	12	8	5. Koordynacja międzybranżowa (część I)	24	32	-	-	-	-	28	8	6. Wymagania administracyjno prawne (część I)	18	12	12	12	-	-	12	6	7. Współpraca z Zarządcą Infrastruktury	24	8	8	2	-	-	8	22	8. Inne	24	8	32	64	24	-	24	56	Kolor	Znaczenie	Zielony	Poziom ryzyka akceptowalny – działania podejmowane w formie dobrowolnej, wymaga monitorowania	Żółty	Poziom ryzyka nieakceptowalny – wprowadzenie działań korygujących jest konieczne, ale mogą być przesunięte w czasie, wymaga stałego monitorowania	Czerwony	Poziom ryzyka krytyczny – wymaga natychmiastowego działania	Podsumowanie	Wartość [%]	Zagrożenia, które nie występują w analizowanym projekcie (TAK)	0	Zagrożenia, które nie dotyczą danego projektu (ND)	0	Zagrożenia, które występują w analizowanym projekcie	100	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Klikając przycisk „Drukuj” Każda karta zapisze się, jako odrębny plik pdf. W którym automatycznie wygeneruje się data i godzina utworzenia dokumentu. ✓ Na dole każdego formularza automatycznie generuje się imię i nazwisko osoby wypełniającej oraz sprawdzającej. Dodatkowo podczas druku do pliku pdf generuje się aktualna data i godzina. ✓ Po wypełnieniu dokumentu można wyjść z programu wybierając ikonę  ✓ Wypełniony formularz zapisuje się w bazie danych i w każdej chwili można do niego wrócić, można nanieść aktualne informacje o projekcie itp.
Obszary	Wagi czynników ryzyka w danym obszarze						Me	R																																																																																																		
	1	2	3	4	5	6																																																																																																				
1. Nastawnia (część I)	1	8	27	64	6	18	-	-																																																																																																		
2. Infrastruktura kablowa (część I)	12	16	18	36	4	-	16	32																																																																																																		
3. Urządzenia zewnętrzne (część I)	8	16	4	8	4	-	8	12																																																																																																		
4. Interfejsy (część I)	16	8	12	-	-	-	12	8																																																																																																		
5. Koordynacja międzybranżowa (część I)	24	32	-	-	-	-	28	8																																																																																																		
6. Wymagania administracyjno prawne (część I)	18	12	12	12	-	-	12	6																																																																																																		
7. Współpraca z Zarządcą Infrastruktury	24	8	8	2	-	-	8	22																																																																																																		
8. Inne	24	8	32	64	24	-	24	56																																																																																																		
Kolor	Znaczenie																																																																																																									
Zielony	Poziom ryzyka akceptowalny – działania podejmowane w formie dobrowolnej, wymaga monitorowania																																																																																																									
Żółty	Poziom ryzyka nieakceptowalny – wprowadzenie działań korygujących jest konieczne, ale mogą być przesunięte w czasie, wymaga stałego monitorowania																																																																																																									
Czerwony	Poziom ryzyka krytyczny – wymaga natychmiastowego działania																																																																																																									
Podsumowanie	Wartość [%]																																																																																																									
Zagrożenia, które nie występują w analizowanym projekcie (TAK)	0																																																																																																									
Zagrożenia, które nie dotyczą danego projektu (ND)	0																																																																																																									
Zagrożenia, które występują w analizowanym projekcie	100																																																																																																									