

Załącznik nr 3 (PL)

do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

A U T O R E F E R A T

**przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych,
w szczególności określonych w art. 16 ust. 2 ustawy**

dr inż. Lucyna Sokołowska
Instytut Kolejnictwa
Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki
ul. J. Chłopickiego 50,
O4-275 Warszawa

Warszawa, maj 2025 r.

Spis treści

1. Imię i nazwisko	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.....	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych	4
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)..	5
4.1 Określenie osiągnięcia naukowego	5
4.2 Wykaz prac stanowiących osiągnięcie.....	8
4.3 Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	11
4.3.1 Omówienie celu naukowego monografii [P1] i osiągniętych wyników.....	14
4.3.2 Omówienie celu naukowego cyklu powiązanych tematycznie publikacji naukowych [P2 ÷ P7] i osiągniętych wyników	43
4.3.3 Podsumowanie osiągniętych wyników badań	49
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej	51
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	54
6.1 Osiągnięcia dydaktyczne.....	54
6.2 Osiągnięcia organizacyjne	55
6.3 Osiągnięcia popularyzujące naukę.....	56
7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej.....	57
7.1 Realizacja projektów naukowych w ramach współpracy z jednostkami przemysłowymi	57
7.2 Realizacja prac badawczych na rzecz przemysłu.....	59
7.3 Opieka nad magistrami, inżynierami, doktorantami	69
7.4 Recenzowanie prac naukowych	69
7.5 Uzyskane nagrody i wyróżnienia	70
7.6 Inne.....	70

1. Imię i nazwisko

Lucyna Sokołowska

(w latach 2005 – 2016 publikowałam pod nazwiskiem Bester)

nazwisko rodowe: Sokołowska

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0699-4312>

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

2012 r. Stopień naukowy doktora w dziedzinie **nauk technicznych**, dyscyplinie Transport, specjalności sterowanie ruchem w transporcie.

Tytuł rozprawy doktorskiej: **„Analiza zintegrowanego systemu bezpieczeństwa w transporcie lądowym na przykładzie przejazdów kolejowych”**.

Promotor: prof. dr hab. inż. Andrzej Lewiński (Politechnika Radomska);

Recenzenci: dr hab. inż. Marek Sitarz, prof. uczelni (Politechnika Śląska),
dr hab. inż. Wiesław Zabłocki, prof. uczelni (Politechnika Warszawska),
dr hab. inż. Leszek Szychta, prof. uczelni (Politechnika Radomska).

Podmiot nadający: Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydziału Transportu i Elektrotechniki, (wcześniej Politechnika Radomska im. Kazimierza Pułaskiego) aktualnie Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego.

2003 r. Tytuł zawodowy magistra inżyniera w specjalności automatyk.

Podmiot nadający: Politechnika Radomska im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu. (Wydział Transportu i Elektrotechniki, UTH Radom/aktualnie Uniwersytet Radomski)

2020 r. Studia Podyplomowe „Technika Świetlna Użytkowa”.

Świadectwo ukończenia studiów podyplomowych. „Technika Świetlna Użytkowa”. Wydane przez Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej, Warszawa, dn. 19.09.2020r.

2004 r. Fakultatywne Studium Pedagogiczne, Politechnika Radomska 2004

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

2014 r. - obecnie **Instytut Kolejnictwa, Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki:**

Stanowiska:

2014 – 2017 r. - specjalista inżynieryjno-techniczny: w Zakładzie Sterowania Ruchem i Teleinformatyki w Instytucie Kolejnictwa w Warszawie;

2017 - 2020 r. – stanowisko: starszy specjalista inżynieryjno-badawczy: w Zakładzie Sterowania Ruchem i Teleinformatyki w Instytucie Kolejnictwa w Warszawie;

2020 - obecnie – stanowisko: adiunkt: w Zakładzie Sterowania Ruchem i Teleinformatyki w Instytucie Kolejnictwa w Warszawie;

Pełnione funkcje:

- Członek Rady Naukowej Instytutu Kolejnictwa kadencjach:
2020r. - 20204r., 2024r. – 2028r.
- Koordynator ds. systemów zabezpieczenia przejazdów kolejowo-drogowych: 2020r. – obecnie.

2003 – 2017r. **Zakład Elektroniki i Telematyki, Wydział Transportu i Elektrotechniki, Politechniki Radomskiej (późniejsza nazwa Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im Kazimierza Pułaskiego w Radomiu), aktualnie Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego.**

Zajmowane w przeszłości stanowiska:

2013 – 2017r. - adiunkt na Wydz. Transportu i Elektrotechniki, UTH Radom;

2003 – 2013r. – asystent naukowo - dydaktyczny: na Wydz. Transportu i Elektrotechniki, UTH Radom;

20016/2017, W ramach działalności dydaktycznej współpraca w zakresie

- 2017/2018,
2018/2019. prowadzenia zajęć projektowych z zakresie nowoczesnych systemów sterowania ruchem kolejowym w ramach studiów podyplomowych realizowanych na **Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej**, „Zasady Prowadzenia Ruchu Kolejowego i Systemy Sterowania Ruchem Kolejowym ” edycja 20016/2017, 2017/2018, 2018/2019.
- 2020/2021 W ramach działalności dydaktycznej współpraca w zakresie prowadzenia zajęć projektowych „Bezpieczeństwo i diagnostyka systemów sterowania ruchem kolejowym”, w ramach studiów niestacjonarnych II stopnia (magisterskie) na kierunku **Transport specjalność: Sterowanie Ruchem Kolejowym, realizowanych na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej**

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)

4.1 Określenie osiągnięcia naukowego

Moim osiągnięciem naukowym, będącym podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, uzyskany po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych, stanowiącym istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, określonym w art. 16. ust. 2 obowiązującej ustawy, jest:

- 1) Opracowanie metody oceny bezpieczeństwa i niezawodności w procesie eksploatacji i utrzymania systemów sterowania ruchem kolejowym. Otrzymane wyniki zawarto w autorskiej monografii naukowej pt. „Ocena bezpieczeństwa i niezawodności systemów sterowania ruchem kolejowym. Metody i ich praktyczne zastosowanie”, wydanej w 2025 roku przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej (dzieło opublikowane w całości).

oraz

- 2) Cykl powiązanych tematycznie publikacji dotyczących modelowania matematycznego i wybranych problemów oceny systemów kolejowych

w aspekcie funkcjonalności i bezpieczeństwa z wykorzystaniem modeli procesów Markowa, opublikowanych w wydawnictwach naukowych, pod wspólnym tytułem: „Ocena bezpieczeństwa i niezawodności w systemach kolejowych – modelowanie procesów”.

Oba, przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe dotyczą wieloaspektowej analizy oraz oceny bezpieczeństwa i niezawodności systemów sterowania ruchem kolejowym w kontekście:

- niezawodności w procesie eksploatacji i utrzymania systemów,
- oraz, bezpieczeństwa funkcjonalnego systemów.

Pierwsze osiągnięcie naukowe, stanowi główny element mojego dorobku naukowego i jest to monografia naukowa, której celem jest zaprezentowanie metody doboru odpowiedniej strategii utrzymania i monitoringu systemów srk oraz jej rola w wspieraniu decyzji związanych z efektywnym zarządzaniem aktywami, co w aspekcie oceny technicznej i ekonomicznej jest niezbędne do optymalizacji funkcjonowania infrastruktury kolejowej. Zaproponowane w monografii podejście umożliwia analizę i ocenę bezpieczeństwa i niezawodności m. in. przez:

- dobór metod i narzędzi wspomagających ocenę niezawodności i bezpieczeństwa systemów,
- opracowanie wybranych wskaźników do oceny systemów srk na podstawie parametrów RAM,
- analizę czynników wpływających na niezawodność i w konsekwencji bezpieczeństwo systemów,
- analizę skuteczności efektów utrzymania,
- optymalizację strategii utrzymaniowej do oceny systemów srk.

Opisane osiągnięcie naukowe w znaczący sposób rozwija dyscyplinę naukową Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport poprzez wskazanie nowych możliwości wieloaspektowej analizy oraz oceny bezpieczeństwa i niezawodności systemów sterowania ruchem kolejowym.

Drugie osiągnięcie naukowe, stanowi cykl powiązanych tematycznie publikacji, którego głównym celem jest badanie i opracowanie metody oceny systemów kolejowych w aspekcie funkcjonalności i bezpieczeństwa. W tym celu wykorzystyłam opracowane przez siebie modele oparte o stacjonarne, ergodyczne i jednorodne procesy Markowa. Istotnym czynnikiem oceny stanu bezpieczeństwa systemu kolejowego jest analiza zdarzeń, ich przyczyn, skutków oraz prawdopodobieństw ich wystąpienia.

Dążenie do stworzenia niezawodnych, trwałych i bezpiecznych urządzeń i systemów wymaga podejmowania wszelkich możliwych i uzasadnionych (technicznie i ekonomicznie) działań i ulepszeń już na etapie projektowania. Mając na uwadze koszt, ryzyka związane z awariami/uszkodzeniami oraz wzrost złożoności urządzeń i systemów kluczowa stała się ocena skutków awarii, prawdopodobieństwo ich wystąpienia oraz próba przewidywania ich wystąpienia już na etapie projektowania. Czynniki te wymusiły potrzebę systematycznego badania systemów i urządzeń (w tym modelowania zachodzących w nich zjawisk) poprzez analizę parametrów niezawodności, dostępności, jakości i bezpieczeństwa na każdym etapie cyklu życia systemu, umożliwiając następnie przewidywanie np. kosztów związanych z przestojami w eksploatacji i działaniami konserwacyjnymi.

Badania te przyczyniają się do poprawy niezawodności i bezpieczeństwa systemów srk oraz łagodzenia potencjalnych zagrożeń w transporcie kolejowym. Prezentowana metoda uwzględnia zagadnienia związane z zastosowaniem procesów stochastycznych oraz modelowaniem matematycznym.

Monografia i cykl artykułów wypełniają lukę poznawczą w obszarze wieloaspektowej analizy oraz oceny bezpieczeństwa i niezawodności systemów sterowania ruchem kolejowym, w celu wspierania decyzji związanych z efektywnym zarządzaniem zasobami, co jest kluczowe w optymalizacji funkcjonowania przy zapewnieniu wymaganego poziomu bezpieczeństwa infrastruktury kolejowej.

W literaturze krajowej nie podjęto dotychczas badań w obszarze doboru odpowiedniej strategii utrzymania i monitoringu systemów srk oraz nie zostały opublikowane wyniki badań w tym zakresie dla polskich przedsiębiorstw sektora kolejowego. Brak jest też jednolitych zasad opisu parametrów niezawodności, dostępności i utrzymania w „podsystemie sterowni” oraz zdefiniowanych syntetycznych parametrów oceny, co wpływa na proces decyzyjny w zarządzaniu bezpieczeństwem w cyklu życia systemu.

4.2 Wykaz prac stanowiących osiągnięcie

Osiągnięciem, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) jest:

– autorska monografia naukowa:

[P1] **Sokołowska Lucyna (2025)** „Ocena bezpieczeństwa i niezawodności systemów sterowania ruchem kolejowym. Metody i ich praktyczne zastosowanie” Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej (recenzenci: prof. dr hab. inż. Janusz Dyduch (Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego), dr hab. inż. Jakub Młyńczak, prof. PŚ (Politechnika Śląska):

- *Punktacja publikacji:* 80 pkt. (recenzowana monografia naukowa wydana przez wydawnictwo I-go poziomu – Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej (48800) ISBN 978-83-8156-778-7 (druk), ISBN 978-83-8156-779-4 (online)).

- *Udział procentowy w przygotowaniu publikacji:* 100%.
- *Wkład w przygotowanie publikacji:* przeprowadzenie przeglądu literatury w odniesieniu do tematyki oceny bezpieczeństwa i niezawodności systemów sterowania ruchem kolejowym. Opracowanie autorskiej metody oceny niezawodności w procesie eksploatacji i utrzymania systemów sterowania ruchem kolejowym poprzez dobór odpowiedniej strategii utrzymania i monitoringu systemów srk. Omówienie zagadnienia roli zaproponowanej metody w wspieraniu decyzji związanych z efektywnym zarządzaniem aktywami, co w aspekcie oceny technicznej i ekonomicznej jest niezbędne do optymalizacji funkcjonowania infrastruktury kolejowej. Opracowanie zbioru wskaźników oraz formułowanie ocen i decyzji eksploatacyjnych na podstawie informacji z wykorzystanych wskaźników. Opracowanie autorskich modeli matematycznych opisujących pracę systemów oraz zdarzenia związane z pracą systemów. Opracowanie metody oceny bezpieczeństwa i niezawodności systemów srk, modelowanie zostało przeprowadzone z wykorzystaniem procesów Markowa na przykładach: systemów sygnalizacji przejazdowej, systemu dodatkowego ostrzegania oraz systemu wspomagającego koordynację wypadków kolejowych.

– cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych (układ chronologiczny):

- [P2] **Sokołowska (Bester) L.**, Lewiński A. (2012): “The Analysis of Transmission Parameters in Railway Cross Level Protection Systems with Additional Warning of Car drivers”. Communications in Computer and information Science (329) (Telematics in the Transport Environment), Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012 ISBN 9783642340499, ISSN1865-0929 (s. 124-131).
Punktacja publikacji: 15 pkt. (publikacja w materiałach konferencyjnych zamieszczonych w bazie Web of Science).
Udział procentowy: 80%
Wkład w przygotowanie publikacji: Opracowanie koncepcji systemu dodatkowego ostrzegania kierowców na przejazdach kolejowo – drogowych. Opracowanie modelu i formalnego zapisu matematycznego oraz przeprowadzenie analizy parametrów czasowych w transmisji pomiędzy elementami systemu dodatkowego ostrzegania.
- [P3] **Sokołowska (Bester) L.**, Toruń A. „Modeling of Reliability and Safety at Level Crossing Including in Polish Railway Conditions”. Communications in Computer and information Science (471) (Telematics – Support for Transport), Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014.
Punktacja publikacji: 15 pkt. (publikacja w materiałach konferencyjnych zamieszczonych w bazie Web of Science).
Udział procentowy: 60%
Wkład w przygotowanie publikacji: Opracowanie koncepcji systemu dodatkowego ostrzegania kierowców na przejazdach kolejowo-drogowych kat. C, D, opracowanie modeli i formalnych zapisów matematycznych, przeprowadzenie analizy niezawodności i bezpieczeństwa badanych systemów.
- [P4] Toruń A., **Sokołowska (Bester) L.** (2015), „Mathematical modelling of control command and signaling systems”, Proceedings of 19th International Scientific Conference. Transport Means. 2015. ISSN 2351-7034 (str. 532-536).
Punktacja publikacji: 15 pkt. (publikacja w materiałach konferencyjnych zamieszczonych w bazie Web of Science).
Udział procentowy: 60%

Wkład habilitantki w przygotowanie publikacji: Opracowanie modelu i formalnego zapisu matematycznego, przeprowadzenie analizy niezawodności i bezpieczeństwa systemu.

- [P5] **Sokołowska L., Toruń A.** (2017). "The mathematical model of system to support rescue operations at railway accidents". Proceedings of the 21st International Scientific Conference. TRANSPORT MEANS 2017, ISSN 1822-296X (print) ISSN 2351-7034 (online) (s. 39 – 42).

Punktacja publikacji: 15 pkt. (publikacja w materiałach konferencyjnych zamieszczonych w bazie Web of Science).

Udział procentowy: 60%

Wkład w przygotowanie publikacji: Opracowanie koncepcji systemu wspomagającego koordynację działań ratowniczych przy katastrofach kolejowych, opracowanie modelu i formalnego zapisu matematycznego, przeprowadzenie analizy niezawodności i bezpieczeństwa systemu.

- [P6] **Sokołowska L., Toruń A.** (2018) „Safety Method for Wireless Data Transmission in Control Command Systems” Proceedings of the 22nd International Scientific Conference. TRANSPORT MEANS 2018, ISSN 1822-296X (print) ISSN 2351-7034 (online), (s. 197-200).

Punktacja publikacji: 15 pkt. (publikacja w materiałach konferencyjnych zamieszczonych w bazie Web of Science).

Udział procentowy: 60%

Wkład w przygotowanie publikacji: Przygotowanie przeglądu literatury, przeprowadzenie analizy powodów utraty telegramów i metody zapobiegania ryzyku ich utraty oraz analiza zagadnień dotyczących zagrożeń i środków zaradczych zwiększających bezpieczeństwo transmisji w systemach srk. Opracowanie realizacji metody zabezpieczenia kryptograficznego transmisji danych oraz efektywności czasowej przetwarzania danych.

- [P7] **Sokołowska L.** (2021) "Simulation research of all-purpose interface model between interlocking system and block system". Proceedings of the 25th International Scientific Conference. TRANSPORT MEANS 2021. ISSN 1822-296X (print) ISSN 2351-7034 (online), (s. 303-308).

Punktacja publikacji: 15 pkt. (publikacja w materiałach konferencyjnych zamieszczonych w bazie Scopus).

Udział procentowy: 100%

Wkład w przygotowanie publikacji: Przeprowadzenie badań symulacyjnych modelu uniwersalnego interfejsu pomiędzy zależnościami urządzeniami stacyjnymi a blokadą liniową, weryfikacja przyjętych wymagań funkcjonalnych wynikających ze specyfikacji standardu dla interfejsu: zależnościowe urządzenia stacyjne - blokada liniowa, analiza poprawności wymiany danych z wykorzystaniem opracowanego standardu transmisji danych typu UDPS.

4.3 Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Informacje ogólne – omówienie głównych obszarów badawczych

Pracą naukową zajmuje się od 2004 roku, odkąd rozpoczęłam pracę na Wydziale Transportu i Elektrotechniki Politechniki Radomskiej im. Kazimierza Pułaskiego (obecnie: Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego). W tym czasie zajmowałam się zagadnieniami związanymi z oceną bezpieczeństwa i niezawodności systemów kolejowych ze szczególnym uwzględnieniem poprawy bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych. Wyniki tych badań zostały zaprezentowane w mojej rozprawie doktorskiej wraz z autorską koncepcją systemu dodatkowego ostrzegania kierowców zbliżających się do przejazdu kolejowo-drogowego kategorii D (a także C) o zbliżającym się do przejazdu pociągu. W rezultacie w roku 2013 otrzymałam Nagrodę Prezesa Polskich Kolei Państwowych S.A. za najlepszą pracę doktorską 2012 roku, w konkursie nagrody Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej dla najlepszej pracy doktorskiej z dziedziny „TRANSPORT” w roku akademickim 2012/2013. W roku 2015r. Indywidualną Nagrodę Rektora UTH w Radomiu III stopnia za osiągnięcia naukowe. A w roku 2017 otrzymałam Nagrodę Prezesa Track Tec za na najlepszą pracę naukową, której celem było promowanie oraz rozwijanie wartościowych badań w zakresie transportu kolejowego.

Badania prowadzone w ramach mojej działalności naukowej umożliwiły mi nawiązanie aktywnej współpracy z jednostką naukowo-badawczą Instytutem Kolejnictwa w Warszawie oraz z Wydziałem Transportu Politechniki Śląskiej i udział w latach 2005-2008 w realizacji projektu pt: „Wpływ nowych technologii informacyjnych na poprawę funkcjonalności i bezpieczeństwa ruchu pociągów” nr 4T12C00529. Moje umiejętności badawcze w zakresie

analizy bezpieczeństwa transmisji danych w systemie zostały wykorzystane w projekcie ESTER – ekonomiczny system zdalnego sterowania i kierowania ruchem kolejowym. (UDA-PIG.01.04.00-14-015/08; UDA-POIG.04.01.00-14-015/08) realizowanego w latach 2009-2013 z Instytutem Kolejnictwa oraz Z.A. KOMBUD S.A. (partner z przemysłu).

Od 2016 roku nieprzerwanie w kolejnych edycjach studiów podyplomowych w ramach działalności dydaktycznej realizuje współpracę z Wydziałem Transportu Politechniki Śląskiej, w zakresie prowadzenia zajęć dydaktycznych dla studentów w ramach studiów podyplomowych oraz niestacjonarnych II stopnia (magisterskie) w zakresie nowoczesnych systemów sterowania ruchem kolejowym oraz bezpieczeństwa i diagnostyki systemów srk.

W latach 2004 – 2017 realizowałam pracę naukowo-dydaktyczną na wydziale Transportu i Elektrotechniki Uniwersytetu Radomskiego im. K. Puławskiego oraz intensywnie uczestniczyłam w pracach naukowo-badawczych realizowanych na wydziale, uczestniczyłam również w konferencjach i seminariach naukowych, które szerzej opisane zostały w załączniku 4 (Wykaz osiągnięć naukowych).

Obecnie swoją pasję naukową realizuje i rozwijam na stanowisku naukowym – adiunkt – w Zakładzie Sterownia Ruchem i Teleinformatyki Instytutu Kolejnictwa. Początkowo współpraca, a w konsekwencji praca w jednostce badawczo-naukowej pozwoliły mi na zdobycie kompetencji w zakresie praktycznych badań i oceny bezpieczeństwa systemów sterowania ruchem. Nabyte umiejętności z zakresu oceny bezpieczeństwa i niezawodności systemów kolejowych wykorzystałam m.in. w projekcie „Standaryzacja wybranych interfejsów komputerowych urządzeń i systemów sterowania ruchem kolejowym (srk)”. – POIR.04.01.01-00-0005/17, w ramach etapów 2 i 3 Projektu NCBiR realizowanego przez Instytut Kolejnictwa i Rail-Mil (partner z przemysłu) w latach 2018 – 2022. W wyniku realizacji projektu powstał szereg publikacji naukowych, w tym także współautorskie z pracownikami Politechniki Warszawskiej (prof. M. Jacyną). Projekt zakończony wdrożeniem – aktualnie prawa autorskie zostały przekazane do PKP PLK S.A., które są jednostką wdrażającą.

Kolejnym projektem był temat dotyczący standardów utrzymania komputerowych urządzeń i systemów srk, realizowanego w 2021 r. przez Instytut Kolejnictwa dla PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.. Zasadniczy obszar badawczy dotyczył opracowania wskaźników RAM w ujęciu „jednorodnym” umożliwiającym poprawę zarządzania procesem eksploatacyjnym systemów oraz raportowania wskaźników bezpieczeństwa.

Reasumując, oprócz zagadnień związanych z oceną bezpieczeństwa i niezawodności systemów kolejowych, zajmowałam się zagadnieniami związanymi m.in. standardami utrzymania komputerowych urządzeń i systemów srk, standaryzacją interfejsów urządzeń i systemów srk, standardami techniczne dla budowy infrastruktury kolejowej CPK.

Od początku swojej działalności naukowo – badawczej skupiałam się na zagadnieniach związanych z analizą i oceną bezpieczeństwa systemów sterowania ruchem kolejowym [Załącznik 4] oraz poprawą bezpieczeństwa poprzez zastosowanie autorskich koncepcji systemów takich jak: system dodatkowego ostrzegania na przejazdach kolejowo-drogowych [Załącznik 4. [3] ÷ [7, 12, 17], [22]] oraz system wspomagania akcji ratowniczych przy katastrofach kolejowych [Załącznik 4. [4, 11, 24]. Prace te pozwoliły na rozbudowanie zagadnień związanych z określeniem problemu naukowego do rozwiązania i poszukiwania metod oceny bezpieczeństwa i niezawodności systemów srk. W tym celu były prowadzone badania i analizy zagadnień dotyczących: bezpieczeństwo transmisji, opóźnienia w sieciach otwartych, koncepcja poprawy bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych, koncepcja wspomagania akcji ratowniczych, z wykorzystaniem modeli matematycznych oraz badań symulacyjnych [p.3.2, oraz Załącznik 4].

Wszystkie moje prace w tym zakresie pozwoliły m.in. na określenie parametrów bezpieczeństwa i niezawodności w procesie eksploatacji i utrzymania systemów kolejowych wraz z zdefiniowaniem problemów zagrożeń w tym zakresie.

Oprócz badań własnych przed doktoratem uczestniczyłam w badaniach związanych z dopuszczeniem nowych rozwiązań w obszarze sterowania ruchem kolejowym m.in. związanych z wykorzystaniem transmisji bezprzewodowej w sterowaniu – Projekt ESTER dotyczącym wykorzystania radiolinii do transmisji pomiędzy punktami systemu.

Po doktoracie uczestniczyłam w projekcie opracowania standardów wybranych interfejsów komputerowych urządzeń i systemów sterowania ruchem kolejowym (srk). W oparciu o badania opracowane zostały specyfikacje i wymagania dla interfejsów stosowanych w komputerowych urządzeniach srk, bkjp (bezpieczna kontrola jazdy pociągu) i CUiD, które będą stanowić standard umożliwiający powiązanie elementów systemu różnych producentów oraz różnych typów. Wszystkie prace naukowo – badawcze/projekty zostały przedstawione w załączniku 4.

4.3.1 Omówienie celu naukowego monografii [P1] i osiągniętych wyników

Wprowadzenie

Istotnym problemem naukowym w transporcie kolejowym jest zagadnienie oceny niezawodności i bezpieczeństwa systemów sterowania ruchem kolejowym (srk). Systemy te należą do grupy systemów krytycznych określanych także, jako systemy związane z bezpieczeństwem (ang. safety-related system). Dlatego, konkretne wymagania odnoszące się do bezpieczeństwa funkcjonalnego oraz nienaruszalności bezpieczeństwa dotyczą każdego systemu srk, w zakresie rzeczywistych funkcji związanych z bezpieczeństwem realizowanych przez system. W związku z tym budowa systemów i urządzeń, które realizują proces sterowania ruchem kolejowym musi zapewnić wysoki poziom niezawodności funkcjonalnej oraz bezpieczeństwa w normalnych warunkach eksploatacji, dlatego należy je projektować i konstruować na podstawie wnikliwych analiz, które definiują warunki i wymagania, jakie muszą zostać spełnione w procesie sterowania ruchem kolejowym.

To właśnie potrzeba wykorzystywania metod naukowych w procesie analizy bezpieczeństwa systemów sterowania ruchem kolejowym determinuje konieczność posiadania specjalistycznej wiedzy i doświadczenia w zakresie rozwiązywania skomplikowanych zagadnień związanych z niezawodnością i bezpieczeństwem, ponieważ jest to narzędzie wspierające projektowanie i eksploatację systemów srk oraz jako niezbędny środek do planowania awaryjnego w sytuacjach losowych.

Jedną z istotnych metod podnoszenia niezawodności a tym samym bezpieczeństwa systemu jest metoda doboru odpowiedniej strategii utrzymywania, której głównym celem jest właściwe harmonogramowanie zadań obsługowych przy optymalnej strategii odnowy, zdefiniowanej m.in. dla założonych kryteriów niezawodnościowych. Oczywiście właściwie realizowane zadania obsługowe, możliwe są przy wykorzystaniu systemów wsparcia logistycznego. Wsparcie to wykorzystuje m.in. określony zestaw wskaźników, których wartości umożliwiają uzyskanie wiedzy o charakterze zmian w czasie i wpływu środowiska eksploatacji na różne obserwowane cechy, a przede wszystkim właściwości systemów.

Biorąc pod uwagę szybki postęp technologiczny oraz oddziaływanie środowiska eksploatacyjnego na systemy i urządzenia kolejowe, zachodzi potrzeba wprowadzenia strategii utrzymania i monitoringu, uwzględniająca rzeczywiste warunki eksploatacji każdego systemu/urządzenia. Strategia powinna uwzględniać takie składowe jak, niezawodność systemu, jego stan, wiek, intensywność użytkowania, w konsekwencji przyjęcie strategii

determinuje optymalizację kosztów utrzymywania systemów i urządzeń srk. Ze względu na fakt, że technologia elektroniczna charakteryzuje się losowym charakterem uszkodzeń, niezbędne staje się przechodzenie ze strategii stałego cyklu do form bardziej efektywnych – elastycznych strategii utrzymania (opartych o faktyczny stan oraz utrzymanie predykcyjne). W efekcie strategia wymaga dynamicznego reagowania na powstałe usterki oraz ich przewidywania i wyznaczania momentów kolejnych obsług systemów w oparciu o zestandaryzowane dające się porównywać wskaźniki i parametry eksploatacyjne.

Cel osiągnięcia naukowego

Celem naukowym mojego głównego osiągnięcia naukowego jest zawarta w monografii (p.4.2 [P1]) autorska metoda oceny niezawodności w procesie eksploatacji i utrzymania systemów sterowania ruchem kolejowym poprzez dobór odpowiedniej strategii utrzymania i monitoringu systemów srk. W ramach sformułowanego w ten sposób celu wyodrębniono następujące zadania badawcze:

- znaczenie analizy niezawodnościowej w strategii utrzymaniowej do oceny systemów srk na podstawie parametrów RAM,
- istota analizowania skuteczności efektów utrzymania,
- optymalizacja strategii utrzymaniowej do oceny systemów srk,
- dobór metod i narzędzi wspomagających ocenę niezawodności i bezpieczeństwa systemów,
- analiza czynników wpływających na niezawodność i w konsekwencji bezpieczeństwo systemów,
- opracowanie wybranych wskaźników do oceny systemów srk na podstawie parametrów RAM,
- praktyczne zastosowanie strategii utrzymaniowej z wykorzystaniem wskaźników w procesie ocen i decyzji eksploatacyjnych,
- wytyczne dla systemu informacyjnego w ramach systemu utrzymania i diagnostyki,

które okazały się istotnym obszarem niesformalizowanym ze względu na brak jednoznacznych zasad wykorzystania parametrów RAM w celu oceny i efektywnego zarządzania aktywami, co w konsekwencji wpływa na procesy decyzyjne związane z bezpieczeństwem (w rozumieniu cyklu życia systemu) zarządcy infrastruktury kolejowej PKP PLK.

W ostatnich latach najbardziej popularnym zagadnieniem analizowanym w obszarach utrzymania ruchu i zarządzania kolejją jest szacowanie niezawodności systemów kolejowych. Zainteresowanie zagadnieniem jest jak najbardziej uzasadnione, przy czym rozpatrywanie tych zagadnień jednowymiarowo bez kompleksowego ujęcia kwestii eksploatacyjnych systemów srk, nie pozwala na właściwe zarządzanie niezawodnością pozwala na osiągnięcie pożądaných celów takich jak: zwiększanie dostępności technicznej instalacji kolejowych, obniżanie kosztów utrzymania technicznego, wydłużenie cyklu życia systemów kolejowych czy ograniczanie ryzyka eksploatacyjnego.

W swojej pracy ujęłam te kwestie w wymiarze szacowania pojedynczych parametrów i wskaźników niezawodnościowych oraz co istotne ich korelacji i wzajemnych powiązań w odniesieniu do cyklu życia i efektywnego zarządzania systemami srk w eksploatacji.

Dlatego też, doświadczenia, wnioski i rekomendacje zebrane w trakcie prowadzonych analiz i rozważań dotyczących poprawy bezpieczeństwa systemów srk znalazły się m. in. w publikacji [P1], w której została przedstawiona metoda strategii utrzymaniowej do oceny systemów srk na podstawie parametrów RAM.

Podjęta tematyka obejmuje zagadnienia istotne z punktu widzenia tak Zarządcy infrastruktury kolejowej jak i podmiotów dostarczających systemy i urządzenia kolejowe w zakresie realizacji zadań związanych z eksploatacją, utrzymaniem i diagnostyką w kontekście bezpieczeństwa w eksploatacji urządzeń i systemów srk.

Metoda oceny niezawodności w procesie eksploatacji i utrzymania systemów sterowania ruchem kolejowym

Przyjęcie strategii eksploatacji systemów/urządzeń srk według niezawodności jest związane z wyznaczaniem momentów przechodzenia urządzeń do stanu niezdatności, a tym samym przystąpienia do realizacji prac obsługowych (odnowy), na podstawie wskaźników niezawodnościowych (parametrów RAM).

Badania niezawodnościowe, czyli obserwacje występujących zdarzeń eksploatacyjnych umożliwiają uzyskanie niezbędnych wartości wskaźników i charakterystyk. Należy jednak zaznaczyć, że parametry niezawodnościowe podczas eksploatacji (np. MTBF, MTTF, etc.) zależą także od czasu reakcji po ich wystąpieniu, zatem są markerem skuteczności i jakości działania odpowiednich służb, w tym także organizacji systemu wsparcia logistycznego oraz procedur utrzymaniowych.

Aktualnie przedsiębiorstwie w PKP PLK S.A. obowiązują trzy podstawowe instrukcje związane z obsługiwaniem urządzeń tj. Instrukcja Ie-5 (E-11) - Instrukcja o zasadach eksploatacji o prowadzenia robót w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym, Instrukcja Ie-7 (E-14) - Instrukcja diagnostyki technicznej i kontroli okresowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym, Instrukcja Ie-12 (E-24) - Instrukcja konserwacji, przeglądów oraz napraw bieżących urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

W Instrukcji Ie-5 opisano ogólne zasady eksploatacji urządzeń srk a także zakres czynności w trakcie realizacji prac obsługowych. W Instrukcji Ie-7 opisano sposoby realizacji działań diagnostycznych, w tym kontroli okresowych oraz określono podstawowe cykle i zakresy badań. Opisano również organizację procesu diagnostycznego, w tym obowiązki i uprawnienia personelu. W Instrukcji Ie-12 opisano zasady i metody realizowane w ramach poszczególnych prac obsługowych. Dla poszczególnych urządzeń uwzględniając różne typy obsług zamieszczono wskazówki związane z ich wykonywaniem wraz z długością okresów między kolejnymi obsługami.

W celu wdrożenia proponowanej przeze mnie strategii oraz metod zarządzania utrzymaniem urządzeń sterowania ruchem kolejowym konieczne jest zastosowanie odpowiednich metod obserwacji, opisu formalnego, analizy, i oceny zjawisk (np. prognozowanie zdarzeń w czasie – predykcja zdarzeń) zachodzących w systemie oraz eksploatacji. System związany z utrzymaniem i diagnostyką musi charakteryzować się adaptacyjną zdolnością do śledzenia zmian na zapotrzebowania obsługowe i zapewniać możliwości dynamicznego (predyktywnego) reagowania na te zmiany włączając w to reagowanie na wszelkiego rodzaju zakłócenia wewnętrzne i zewnętrzne (np. spowodowane oddziaływaniem taboru, warunkami środowiskowymi, etc.). W tym celu niezbędne są narzędzia ułatwiające podejmowanie decyzji (systemy wspomagania decyzji), włączając w to algorytmy, reguły czy też zasady wykorzystujące podstawy teoretyczne dyscypliny naukowej, jaką jest niezawodność, a ogólnie polityka RAM.

Z punktu widzenia niezawodności i bezpieczeństwa ważne jest, aby wybrać taką strategię obsługiwaną, która z największym prawdopodobieństwem wykryje potencjalne zagrożenie tj. niebezpieczeństwo pojawienia się uszkodzenia przed jego wystąpieniem, np. na podstawie efektu ponadnormatywnego czasu wysterowania elementu wykonawczego, replikacji przesyłanych telegramów po łączu transmisyjnym, lub zwiększonej intensywności (liczby) dokonanych zerowań liczników osi, etc..



Rys. 1. Zagadnienia optymalizacji strategii utrzymania w kontekście właściwości eksploatowanych systemów [źródło: opracowanie własne na podstawie [[P8]]]

Aktualnie na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. eksploatowanych jest kilka (różniących się od siebie) rozwiązań technicznych Centrów Diagnostyki i Utrzymania (CUiD) opracowanych przez niezależnych producentów komputerowych urządzeń i systemów srk. W związku z tym, należy określić jednolite reguły współpracy na poziomie rozwiązań technicznych oraz zdefiniować zasady relacji obowiązujących pomiędzy personelem użytkownika a producentem, umożliwiające poprawny nadzór nad pracą urządzeń i systemów srk, a także personelu utrzymania i diagnostyki.

Monitorowanie, zarządzanie i sterowanie wydajnością urządzeń sterowania ruchem kolejowym zgodnie z założonymi celami wymaga analizowania skuteczności efektów utrzymania przy pomocy wskaźników niezawodności, dostępności i podatności utrzymaniowej (RAM). Wskaźniki te są kluczową częścią oceny wyników, który wiąże się z zakresem i jakością zbieranych danych. Przy czym dane źródłowe same w sobie nie dostarczają żadnych informacji w związku, z czym, należy je poddać analizie pod kątem szacowanych i analizowanych wskaźników. W procesie utrzymania systemów technicznych zdefiniowane zostały podstawowe pojęcia opisane poniżej (dostępność, degradacja, sprawności, ...).

Monitorowanie wydajności systemów srk za pomocą wskaźników RAMS umożliwia:

1. Optymalizację strategii utrzymania poprzez monitorowanie skutków realizacji wdrożonych procesów, zapewnienie akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa.

2. Dostęp do informacji przy obliczaniu wspólnych wskaźników bezpieczeństwa (CSI) – np. odnoszących się do bezpieczeństwa technicznego infrastruktury kolejowej.
3. Analizę wartości i charakteru przebiegu rozkładów częstości obserwowanej cechy, w tym średniego i jednostkowego czasu pomiędzy uszkodzeniami niebezpiecznymi.
4. Porównywanie wartości i obserwację trendów zmian obserwowanej cechy w funkcji czasu eksploatowanych obiektów w odniesieniu do różnych populacji i warunków eksploatacji (instalacja, typ, rodzaj, lokalizacja, kategoria linii kolejowej, etc.).
5. Identyfikację „słabych ogniw” i „wąskich gardeł” w różnych przenikających się wzajemnie aspektach eksploatacyjnych, np. zdefiniowanie najbardziej czasochłonnych obsług, najbardziej usterkowych instalacji i ich komponentów, etc.

Trafność podejmowanych decyzji utrzymaniowych zależy od „koherentności i kompletności” wykorzystania informacji źródłowej o obiekcie/instalacji/systemie.

W świetle powyższych zapisów poniżej przedstawione zostały wyniki z wykonanej przykładowej analizy, która dowodzi, iż właściwe zarządzanie niezawodnością pozwala na osiągnięcie pożądaných celów takich jak: zwiększanie dostępności technicznej instalacji kolejowych, obniżanie kosztów utrzymania technicznego, wydłużenie cyklu życia systemów kolejowych czy ograniczanie ryzyka eksploatacyjnego.

Do analizy niezawodnościowej wykorzystano opracowane i zaimplementowane w tym celu narzędzie realizujące algorytmy obliczeniowe wskaźników, których wyniki przedstawia w formie wykresów. Analiza prowadzona została w oparciu o rzeczywiste dane dotyczące usterek poszczególnych klas systemów srk eksploatowanych na sieci PKP PLK S.A. na podstawie książki E-1758. W tym celu dla potrzeb analizy tj. uzyskania rzeczywistych wartości wskaźników niezawodnościowych eksploatowanych na sieci kolejowej instalacji różnych typów i rodzajów urządzeń tj. US – urządzenia stacyjne, SBL- samoczynne blokady liniowe, PBL – półsamoczynne blokady liniowe, UP- urządzenia przejazdowe, przyjęto zasadę, że uzyskane wartości wskaźników dla instalacji należących do poszczególnych typów urządzeń będą porównywane z wartościami tych wskaźników obliczonych dla populacji większej tj. rodzaju urządzeń obejmujących te typy, stanowiąc kryterium odniesienia. Dodatkowo, dla każdego wskaźnika przypisano dwa kryteria i wyliczono dla nich procentowe spełnienie przez poszczególne typy urządzeń. Szczegółowe wyniki przedstawiono w punkcie 4 monografii. Zgodnie z przyjętą zasadą założono, że obliczenia parametrów niezawodnościowych dotyczą instalacji, jako podstawowego elementu eksploatowanego

i utrzymywanego na sieci kolejowej (jako zbioru współpracujących ze sobą komponentów wykonawczych i sterujących realizujących wymagana przepisami funkcjonalność), sformułowano w pierwszej kolejności formułę zapewniającą jednoznaczną identyfikację instalacji wiążącą dane dotyczące typu urządzenia, nr linii oraz kilometrażu zabudowy na sieci kolejowej jako niepowtarzalnego identyfikatora na całej sieci [20].

W kolejnym kroku analizy danych o usterkowości uzyskanych na podstawie zapisów z książki E-1758 zostały przeprowadzone poszerzone analizy wskaźników parametrów RAM. Celem ich było uzyskanie szczegółowego „obrazu” rzeczywistości eksploatacyjnej, który pozwoli na formułowanie realnych i możliwych do uzyskania podczas eksploatacji wartości granicznych (progowych) parametrów RAM. Analizie poddano kluczowe parametry opisujące system tj. dostępność, podatność utrzymaniową, składowe czasu niezdatności lub innych klasyfikacji według parametrów niezawodnościowych uwzględniając uszkodzenia różnych komponentów instalacji należących do wyróżnionych typów i rodzajów urządzeń oraz wybranych Lokalnych Centrów Sterowania.

Lista wskaźników, dla których opracowano i zaimplementowano algorytmy przetwarzania danych zawarte w aplikacji:

1. Dostępność eksploatacyjna (A_{eksp});
2. Klasyfikacja uszkodzeń w wybranej kategorii (KU);
3. Średni czas między uszkodzeniami ($MTBF$);
4. Średni czas między klasyfikowanymi uszkodzeniami ($MTBF(F)$);
5. Średni czas niezdatności ($MTTR$);
6. Średni czas niezdatności dla klasyfikowanych uszkodzeń ($MTTR(F)$);
7. Średni czas usuwania uszkodzeń (MTR);
8. Jednostkowy czas usuwania uszkodzeń (klasyfikowanych) ($TR/TR(F)$);
9. Średni czas zdatności między uszkodzeniami ($MTTF$);
10. Jednostkowy czas zdatności między uszkodzeniami (TTF) dla obiektu lub populacji.

Podstawą proponowanej nowej metody jest opracowanie skutecznych algorytmów i ich zaimplementowanie w celu obliczania różnych parametrów tj. $MTBF$, $MTTR$, $MTTF$ wykorzystując odpowiedni zbiór danych źródłowych z uwzględnieniem różnych populacji.

W konsekwencji powstaje zbiór wskaźników wzajemnie się uzupełniających (dopełniających), który umożliwia poznanie „rzeczywistego obrazu niezawodności eksploatacyjnej” w skali makro i mikro (poziom pojedynczych instalacji).

Celem stosowania proponowanej metody jest możliwość wyszukiwania „słabych ogniw” obniżających poziom niezawodności i dostępności różnych typów i rodzajów komputerowych urządzeń i systemów srk eksploatowanych (użytkowanych i obsługiwanych) w różnych warunkach na sieci PKP PLK oraz wdrożenie optymalnych procedur naprawczych i kontrolowanie ich skuteczności. Minimalizujemy czasy składowych stanu niesprawności.

niezawodność to użytkowanie,
dostępność to obsługiwanie.

Zastosowanie strategii utrzymaniowej z wykorzystaniem wskaźników w procesie ocen i decyzji eksploatacyjnych

Wskaźnik niezawodności eksploatacyjnej obiektu technicznego jest to liczbowa lub przedstawiona w formie rozkładu częstościowego (histogram) charakterystyka jego stanu niezawodnościowego utworzona na zbiorze informacji o niesprawnościach (w tym uszkodzeniach, awariach, zakłóceniach w działaniu oraz interwałach zmiany stanu technicznego).

Dokonując obliczeń z wykorzystaniem zaproponowanych wskaźników uzyskano wartości liczbowe a także rozkłady częstościowe w 10 kategoriach zakresów wartości poszczególnych miar niezawodnościowych dla wskaźników sklasyfikowanych w rozdziale 4.9 i opisanych szczegółowo w rozdziale 4.10 monografii. Do analizy niezawodnościowej wykorzystano opracowane i zaimplementowane narzędzie realizujące algorytmy obliczeniowe wskaźników, których wyniki przedstawia w formie wykresów.

Na potrzeby analizy przyjęto zasadę, że obliczenia parametrów niezawodnościowych dotyczą instalacji, jako podstawowego elementu eksploatowanego i utrzymywanego na sieci kolejowej (rozumianego, jako zbiór współpracujących ze sobą komponentów wykonawczych i sterujących, realizujących wymaganą przepisami funkcjonalność), sformułowano w pierwszej kolejności formułę zapewniającą jednoznaczną identyfikację instalacji wiążącą dane dotyczące typu urządzenia, nr linii oraz kilometrażu zabudowy na sieci kolejowej, jako niepowtarzalnego identyfikatora na całej sieci. Wykorzystanie takiej formuły skutkowało wykryciem kilku błędów systematycznych (np. zła klasyfikacja typu urządzenia do rodzaju

urządzenia) w bazie danych książki E-1758. Ponad to, zaobserwowano niespójność relacji bazodanowych polegających na tym, że nazewnictwo elementów podzbioru nie było w korelacji z zdefiniowanym zbiorem, co skutkowało ograniczeniem możliwości przeprowadzenia bardziej szczegółowych analiz.

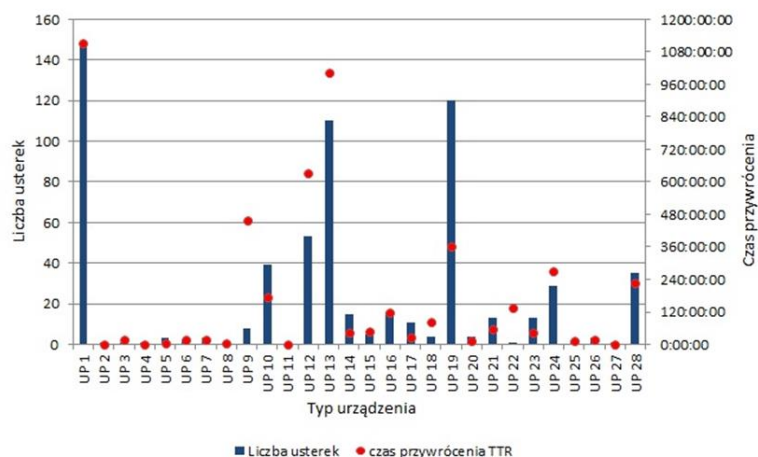
Na podstawie udostępnionych danych eksploatacyjnych (Książka E-1758) dokonano wstępnych obliczeń statystycznych dla urządzeń rodzaju: UP (urządzenia przejazdowe), SBL (samoczynne blokady liniowe), PBL (półsamoczynne blokady liniowe) i US (urządzenia stacyjne) odnośnie:

- 1) liczebności usterek w korelacji do całkowitego czasu przywrócenia TTR (czasu niezdatności - bez kategoryzacji jego składowych),
- 2) liczebności usterek w korelacji do całkowitego czasu przywrócenia TTR dla rodzaju urządzeń SBL,
- 3) średniego czasu niezdatności dla każdego typu urządzeń w swoim rodzaju,
- 4) dostępności dla każdego typu urządzeń w swoim rodzaju,
- 5) liczebności usterek w korelacji do czasu MTBF dla poszczególnych (wybranych) egzemplarzy typu urządzenia zabudowanych w różnych miejscach sieci kolejowej (podział wg pięciu Zakładów Linii Kolejowych).

Na potrzeby przedmiotowej monografii dla celów poznawczych i ilustracyjnych zaprezentowane zostały tylko wybrane tabele i wykresy wyników uzyskane na podstawie wykonanych analiz. Zgodnie z warunkami określonymi w piśmie PKP PLK S.A.([68] w monografii) wyniki zostały zaprezentowane w formie zanonimizowanej w odniesieniu do nazw własnych i handlowych analizowanych systemów i urządzeń przy zachowaniu zdefiniowanych uprzednio klas zastosowań systemów, co jest wystarczające do zaprezentowania omawianej metody analizy.

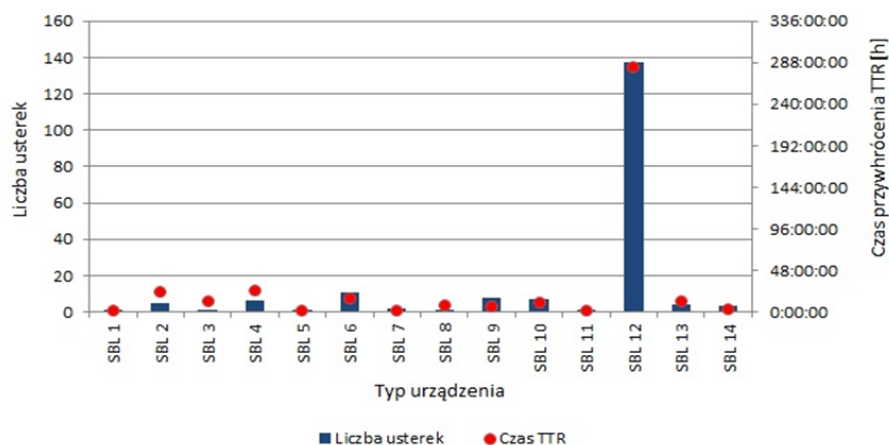
Poniżej przedstawiono wybrane wyniki analizy.

Ad. 1) Liczebność usterek w korelacji do całkowitego czasu przywrócenia TTR (czasu niezdatności - bez kategoryzacji jego składowych).



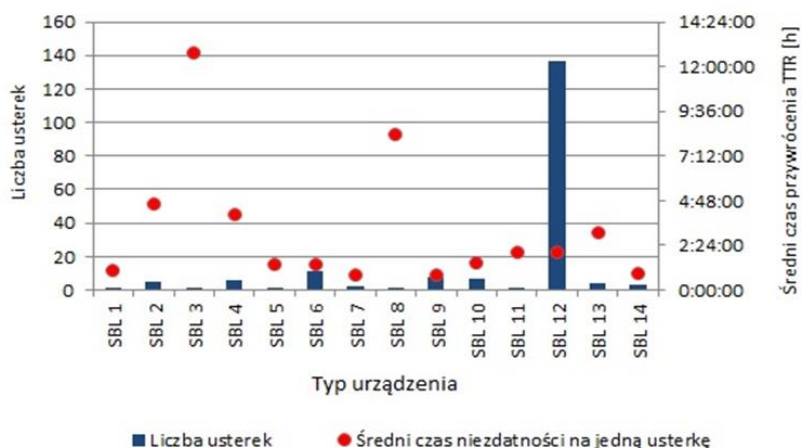
Rys. 1. Zestawienie liczby usterek i średniego czasu przywrócenia TTR na jedną usterkę dla każdego typu urządzenia rodzaju urządzenie przejazdowe (UP) 1 kw. 2021. [P8]

Ad. 2) Liczebność usterek w korelacji do całkowitego czasu przywrócenia TTR dla rodzaju urządzeń SBL (samoczynne blokady liniowe).



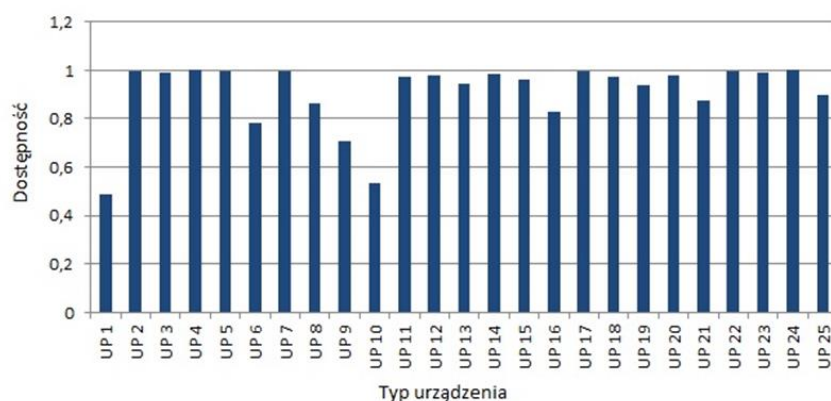
Rys. 2. Zestawienie liczby usterek i całkowitego czasu przywrócenia TTR dla każdego typu urządzenia rodzaju samoczynne blokady liniowe (SBL) - 1 kw. 2021 [P8]

Ad. 3) Średni czas niezdatności dla każdego typu urządzeń w swoim rodzaju, dostępności dla każdego typu urządzeń w swoim rodzaju.



Rys. 3. Zestawienie liczby usterek i średniego czasu przywrócenia TTR na jedną usterkę dla każdego typu urządzenia - samoczynne blokady liniowe (SBL) - 1 kw. 2021 [P8]

Ad 4) Dostępność dla każdego typu urządzeń w swoim rodzaju.



Rys. 4. Dostępność dla każdego typu urządzeń rodzaju – urządzenia przejazdowe (UP) - I kw.2021[P8]

Analiza uzyskanych wyników wstępnych pozwala stwierdzić, co następuje:

- 1) Liczebność usterek w korelacji do całkowitego czasu niezdatności nie pozwala stwierdzić jednoznacznie czy istnieje zależność pomiędzy liczbą usterek a czasem niezdatności. Dla niektórych typów urządzeń o małej liczbie wykazanych usterek, czas niezdatności jest większy od urządzeń częściej się psujących. Przy braku identyfikacji składowych czasowych czasu niezdatności (ew. czasu przywracania TTR) nie można wskazać przyczyn takiego stanu rzeczy, np. czy jest to wpływ długiego czasu opóźnienia logistycznego, braku części zamiennych czy też nadmiernie opóźnionego zgłoszenia wystąpienia niesprawności albo skomplikowanej przyczyny usterki.

- 2) Dostępność urządzeń jest na różnym poziomie (najmniejsza dla typu rodzaju UP Ad= ok. 0,5 liczona za kwartał).
- 3) Można zaobserwować, że dla kategorii przejazdów B wystąpiła największa liczba usterek (bez rozróżniania typu urządzeń dla poszczególnych kategorii przejazdu).
- 4) Można zaobserwować istotne różnice w relacji między liczbą usterek a czasem bezawaryjnej pracy MTBF dla poszczególnych typów urządzeń.

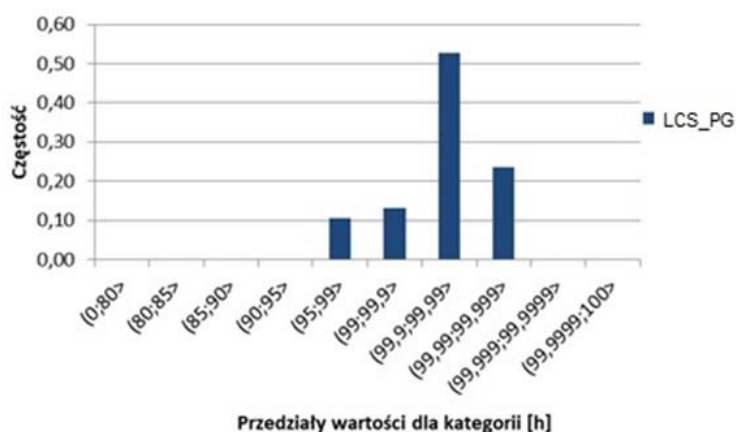
Poniżej przedstawiono propozycje dopuszczalnych wartości eksploatacyjnych wybranych wskaźników RAM oraz ich rozkłady częstości w 10 kategoriach zakresów wartości a także liczbową klasyfikację uszkodzeń w wybranych kategoriach. Tabela 1 przedstawia procentowe spełnienie kryterium dla instalacji urządzeń rodzaju US na podstawie typów urządzeń: SBL 4, SBL 6 w obszarze LCS_PG oraz poniżej przedstawione w postaci graficznej wyniki wstępnych obliczeń.

Tabela 1. Procentowe spełnienie kryterium dla instalacji urządzeń rodzaju US na podstawie typów urządzeń: EBILOCK 950, ESTW L90 5 w obszarze LCS Poznań Główny [P8]

L.p.	Wskaźnik /nr	Procentowe spełnienie postawionego kryterium		Opis wskaźnika	Nr wykresu
		Kryterium 1	Kryterium 2		
1	A_{eksp} / 1	> 99,99% / 24%	> 99,9% / 76%	Dostępność eksploatacyjna	Rys. 5
2	MTBF / 3	>1440 h / 55%	> 2880 h / 27%	Średni czas między uszkodzeniami	Rys. 6
3	MTBF(F) / 4 dla napędu zwrotnicowego	> 1440 h / 100%	> 2880 h / 100%	Średni czas między klasyfikowanymi uszkodzeniami	Rys. 7
4	MTBF(F) / 4 dla sygnalizatora	> 1440 h / 33%	> 2880 h / 0%	Średni czas między klasyfikowanymi uszkodzeniami	Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.
5	MTTR / 5	≤ 2 h / 53%	≤ 4 h / 68%	Średni czas niezdatności	Rys. 9
6	MTTR(F) / 6 dla napędu zwrotnicowego	≤ 2 h / 71%	≤ 4 h / 94%	Średni czas niezdatności dla klasyfikowanych uszkodzeń	Rys. 10
7	MTTR(F) / 6 dla sygnalizatora	≤ 2 h / 100%	≤ 4 h / 100%	Średni czas niezdatności dla klasyfikowanych uszkodzeń	Rys. 11
8	TR(F) / 8 dla napędu zwrotnicowego	≤ 2 h / 75%	≤ 4 h / 95%	Jednostkowy czas usuwania uszkodzeń klasyfikowanych	Błąd! Nie można odnaleźć źródła

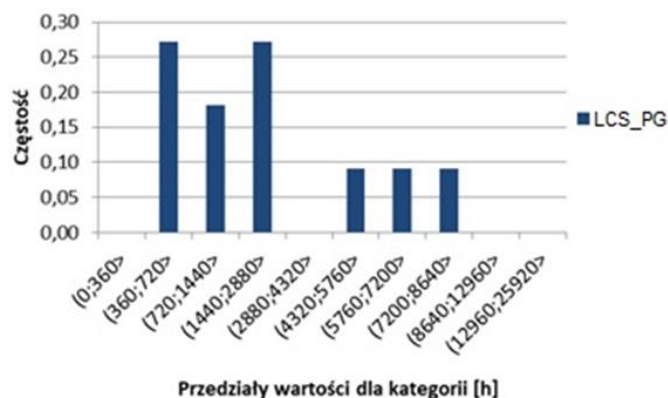
					odwołania.
9	TR(F) / 8 dla sygnalizatora	$\leq 2 \text{ h} / 93\%$	$\leq 4 \text{ h} / 100\%$	Jednostkowy czas usuwania uszkodzeń klasyfikowanych	Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.
10	MRT / 7	$\leq 2 \text{ h} / 53\%$	$\leq 4 \text{ h} / 68\%$	Średni czas usuwania uszkodzeń	Rys. 14
11	MTTF / 9	$> 1440 \text{ h} / 55\%$	$> 2880 \text{ h} / 27\%$	Średni czas zdatności między uszkodzeniami	Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.
12	TTF / 10	$> 1440 \text{ h} / 28\%$	$> 2880 \text{ h} / 13\%$	Jednostkowy czas zdatności między uszkodzeniami	Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.
13	Klasyfikacja uszkodzeń / 2: Podzespoły srk				Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.

Rozkład częstości dostępności eksploatacyjnej Aeksp dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (SU) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/38 w okresie 1 roku.



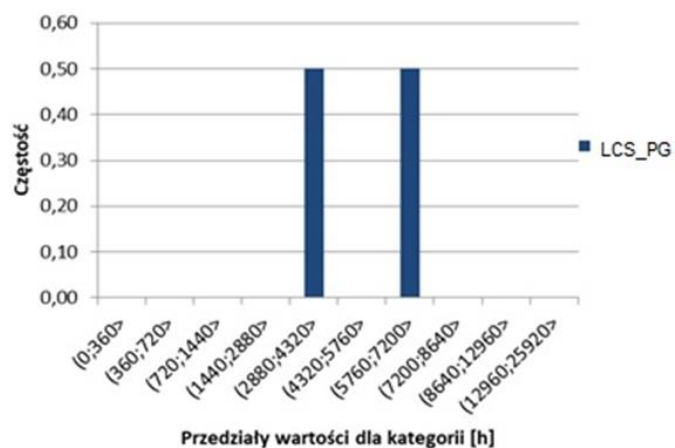
Rys. 5. Dostępność eksploatacyjna dla instalacji urządzeń rodzaju US (urządzenia stacyjne) w LCS_PG. Liczba instalacji 38/38, okres – 1 rok (2019-2020).

Rozkład częstości średniego czasu między uszkodzeniami MTBF dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/11, liczba niesprawności = 51 w okresie 1 roku.



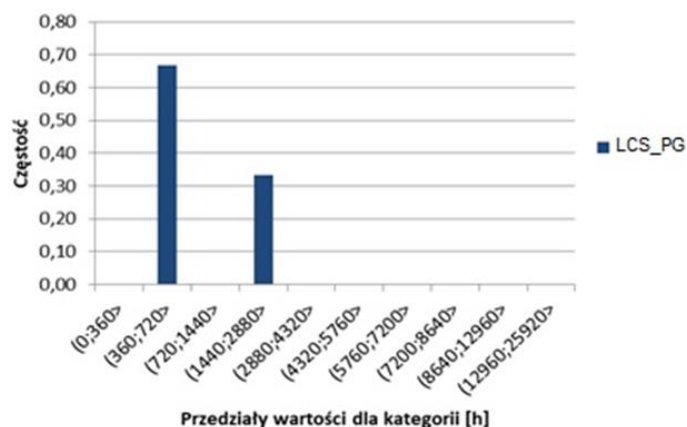
Rys. 6. Średni czas między uszkodzeniami MTBF dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne US w LCS_PG [P8]

Rozkład częstości średniego czasu między kwalifikowanymi uszkodzeniami MTBF(F) dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/3, wskaźnik klasyfikowanych uszkodzeń KU: podzespoły srk/napęd zwrotnicowy w okresie 1 roku.



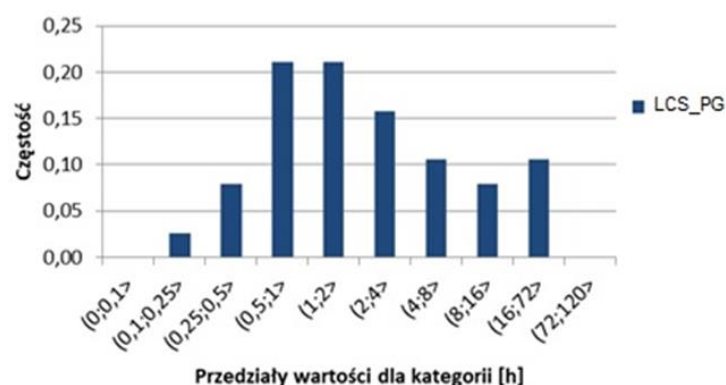
Rys. 7. Średni czas między klasyfikowanymi uszkodzeniami MTBF(F) (napęd zwrotnicowy) dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w LCS_PG [P8]

Rozkład częstości średniego czasu między kwalifikowanymi uszkodzeniami MTBF(F) dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/3, wskaźnik klasyfikowanych uszkodzeń KU: podzespoły srk/sygnalizator w okresie 1 roku.



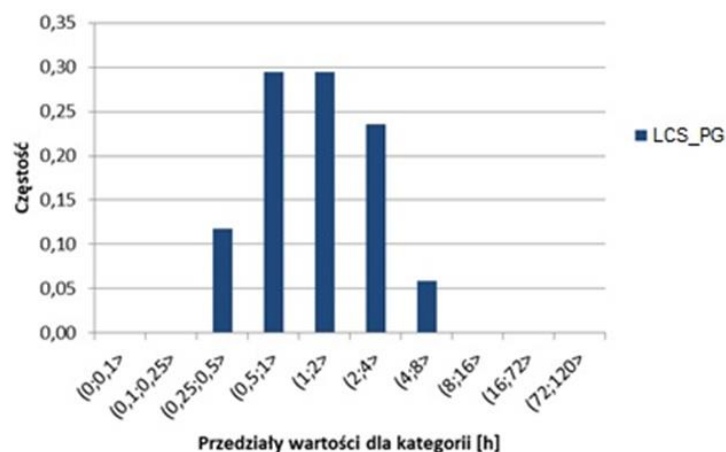
Rys. 8. Średni czas między klasyfikowanymi uszkodzeniami MTBF(F) (sygnalizator) dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w LCS_PG [P8]

Rozkład częstości średniego czasu niezdatności MTTR dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/38, liczba uszkodzeń = 78 w okresie 1 roku.



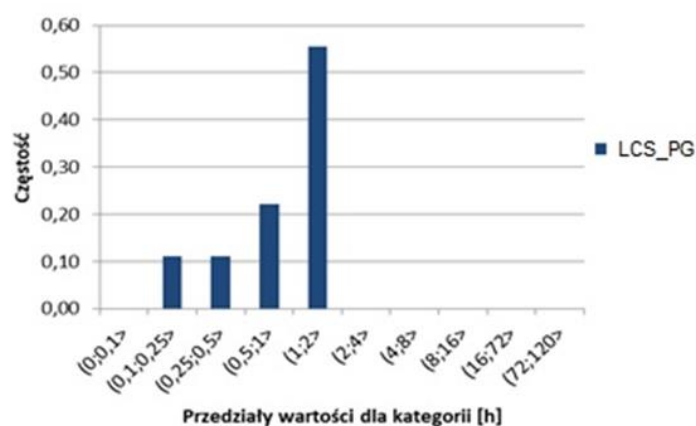
Rys. 9. Średni czas niezdatności MTTR dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w LCS_PG [P8]

Rozkład częstości średniego czasu niezdatności dla kwalifikowanych uszkodzeń MTTR(F) dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/17, wskaźnik klasyfikowanych uszkodzeń KU: podzespoły srk/napędy zwrotnicowe w okresie 1 roku.



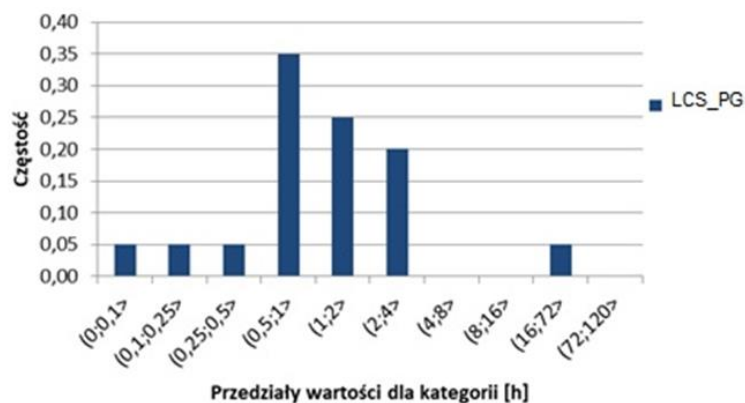
Rys. 10. Średni czas między klasyfikowanymi uszkodzeniami MTTR(F) (napędy zwrotnicowe) dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w LCS_PG [P8]

Rozkład częstości średniego czasu niezdatności dla kwalifikowanych uszkodzeń MTTR(F) dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/9, wskaźnik klasyfikowanych uszkodzeń KU: podzespoły srk/sygnalizator w okresie 1 roku.



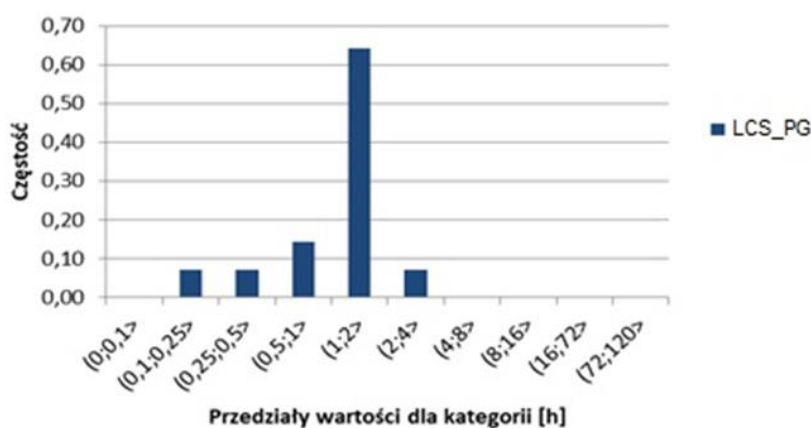
Rys. 11. Średni czas między klasyfikowanymi uszkodzeniami MTTR(F) (sygnalizator) dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w LCS_PG [P8]

Rozkład częstości jednostkowego czasu usuwania uszkodzeń (klasyfikowanych uszkodzeń) TR dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/19, liczba uszkodzeń = 20 w okresie 1 roku.



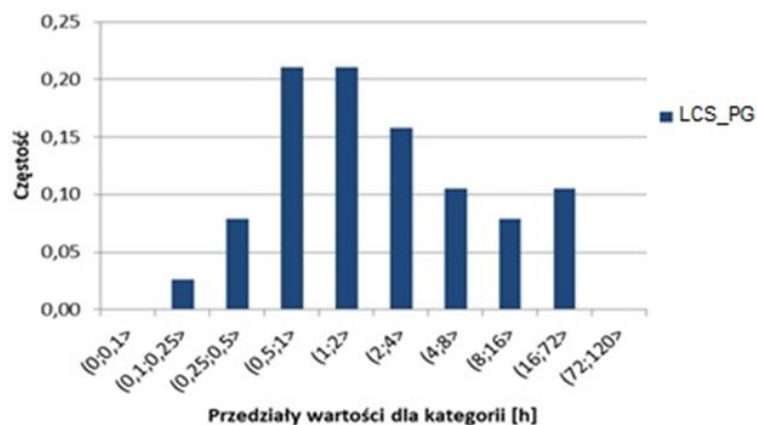
Rys. 12. Jednostkowy czas usuwania uszkodzeń kwalifikowanych TR (napęd zwrotnicowy) dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w LCS_PG [P8]

Rozkład częstości jednostkowego czasu usuwania uszkodzeń (lub kwalifikowanych uszkodzeń) TR dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/9, liczba uszkodzeń = 14, wskaźnik kwalifikowanych uszkodzeń KU: podzespoły srk/sygnalizator w okresie 1 roku.



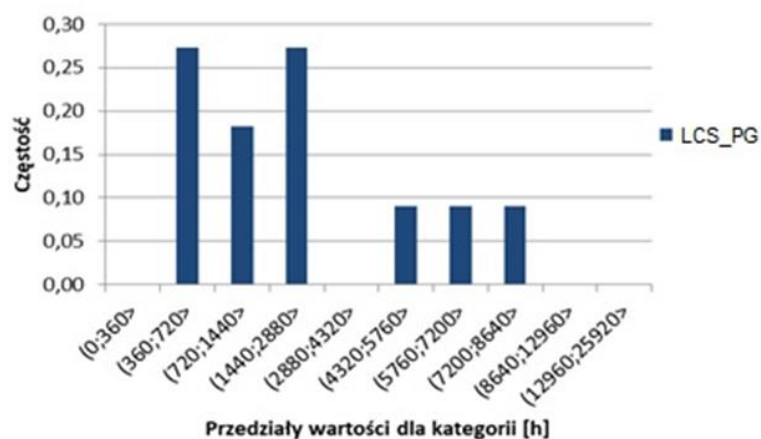
Rys. 13. Jednostkowy czas usuwania uszkodzeń kwalifikowanych TR (sygnalizator) dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w LCS_PG [P8]

Rozkład częstości średniego czasu usuwania uszkodzeń MTR dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/38, liczba uszkodzeń = 78 w okresie 1 roku.



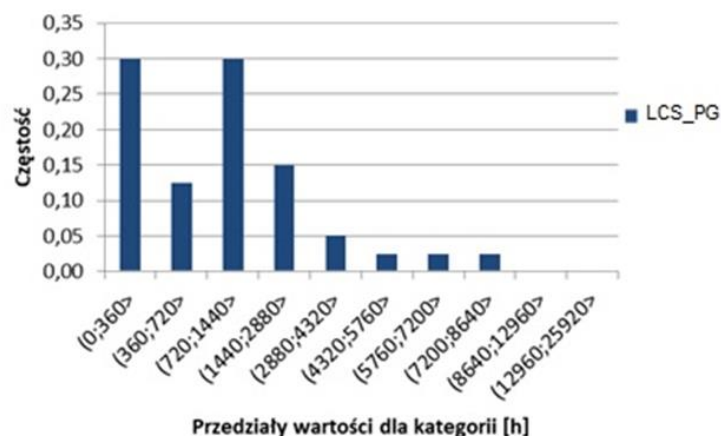
Rys. 14. Średni czas usuwania uszkodzeń MTR dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w LCS_PG [P8]

Rozkład częstości średniego czasu zdatności między uszkodzeniami MTTF dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/11, liczba interwałów = 40 w okresie 1 roku.



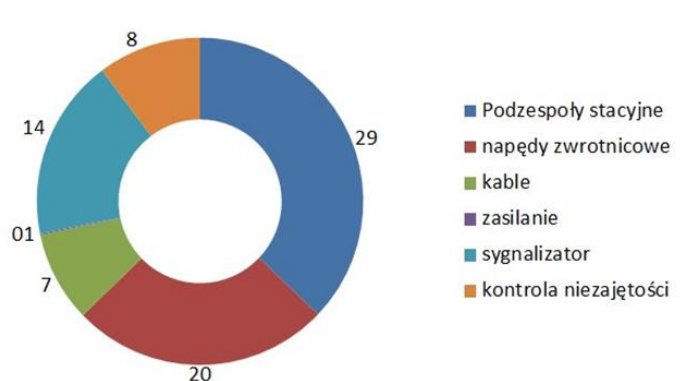
Rys. 15. Średni czas zdatności między uszkodzeniami MTTF dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w LCS_PG [P8]

Rozkład częstości czasu zdatności TTF dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/38, liczba interwałów = 40 w okresie 1 roku.



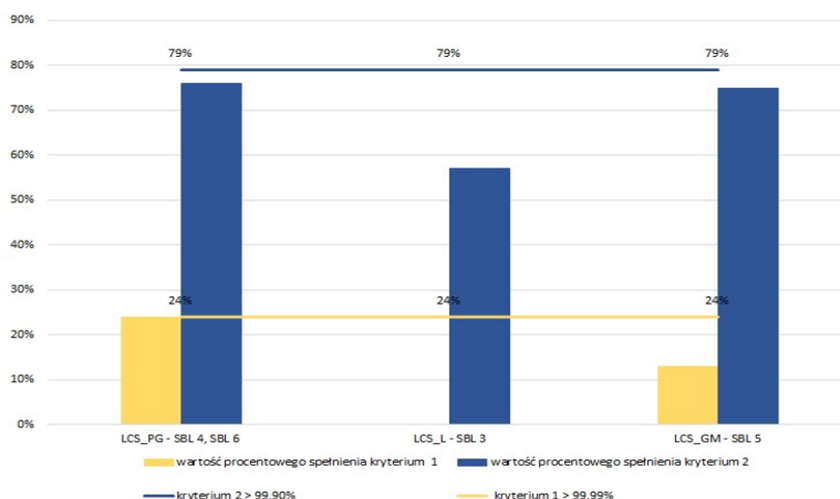
Rys. 16. Jednostkowy czas zdatności między uszkodzeniami TTF dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w LCS_PG [P8]

Kwalifikowane uszkodzenia dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w obszarze LCS_PG dla liczby instalacji 38/38, całkowita liczba uszkodzeń = 78, wskaźnik kwalifikowanych uszkodzeń KU: podzespoły srk w okresie 1 roku.

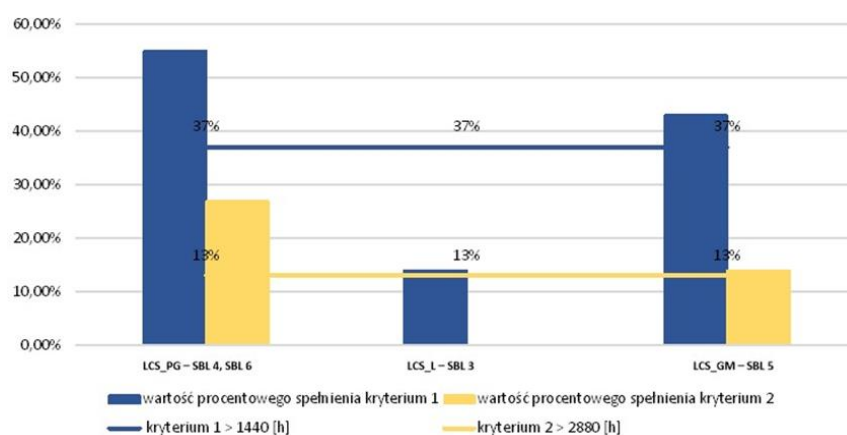


Rys. 17. Kwalifikacja uszkodzeń według podzespołów srk dla instalacji urządzeń rodzaju urządzenia stacyjne (US) w LCS_PG [P8]

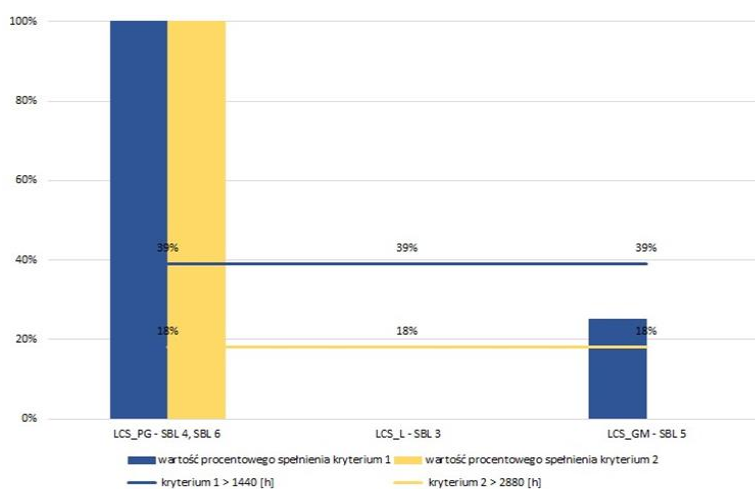
Poniżej przedstawiono w postaci graficznej porównanie wartości wskaźników obliczonych dla instalacji wybranych typów urządzeń do wartości referencyjnych obliczonych dla rodzaju urządzeń US zlokalizowanych w LCS_PG, LCS_L, LCS_GM (wykres liniowy) obejmującego typy SBL 3, SBL 4, SBL 5, SBL 6.



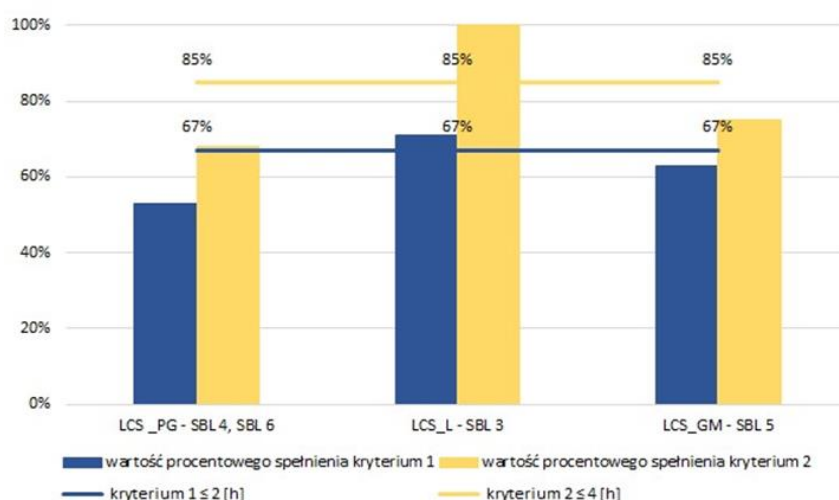
Rys. 18. Dostępność eksploatacyjna Aeksp dla instalacji wybranych typów urządzeń w odniesieniu do wartości referencyjnej obliczonej dla rodzaju urządzeń US



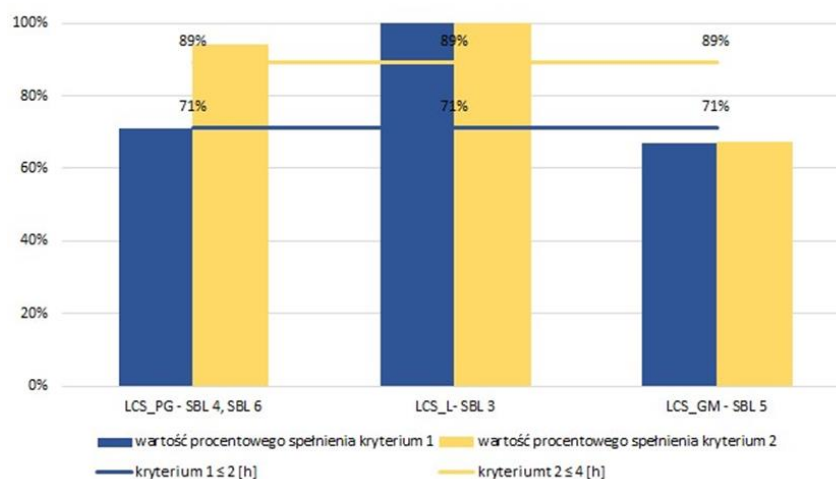
Rys. 19 Średni czas zdatności między uszkodzeniami MTTF dla instalacji wybranych typów urządzeń w odniesieniu do wartości referencyjnej obliczonej dla rodzaju urządzeń US [P8]



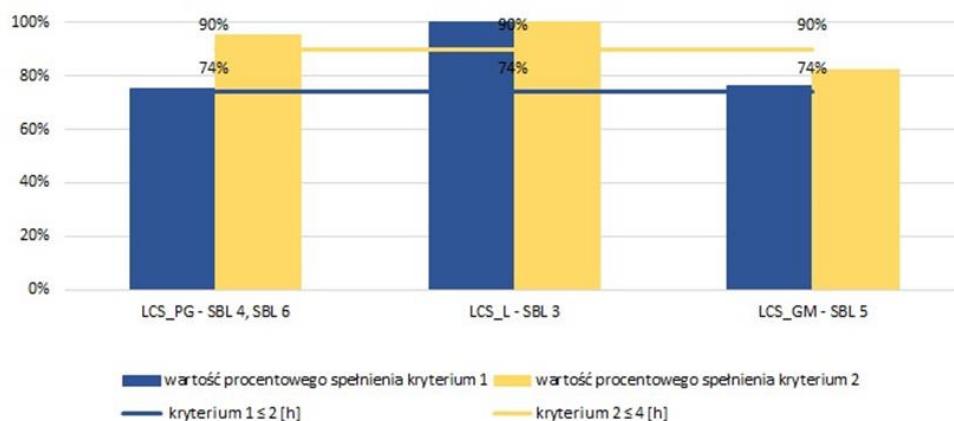
Rys. 20. Średni czas między kwalifikowanymi uszkodzeniami MTBF(F) (napęd zwrotnicowy) dla instalacji wybranych typów urządzeń w odniesieniu do wartości referencyjnej obliczonej dla rodzaju urządzeń US [P8]



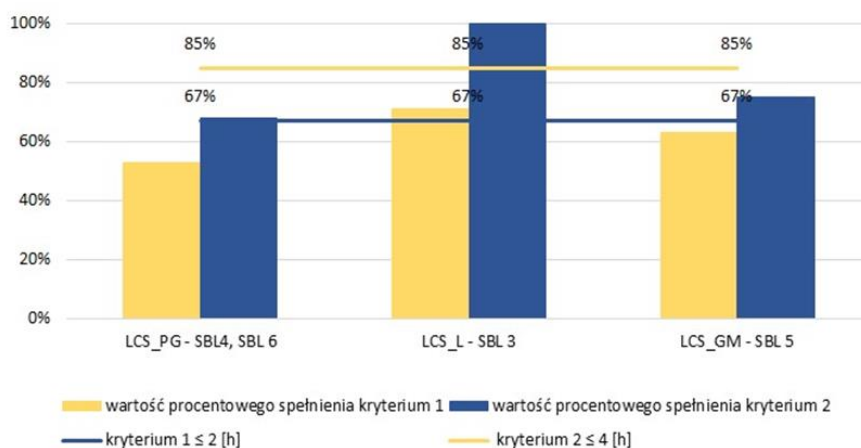
Rys. 21. Średni czas niezdatności MTTR dla instalacji wybranych typów urządzeń w odniesieniu do wartości referencyjnej obliczonej dla rodzaju urządzeń US [P8]



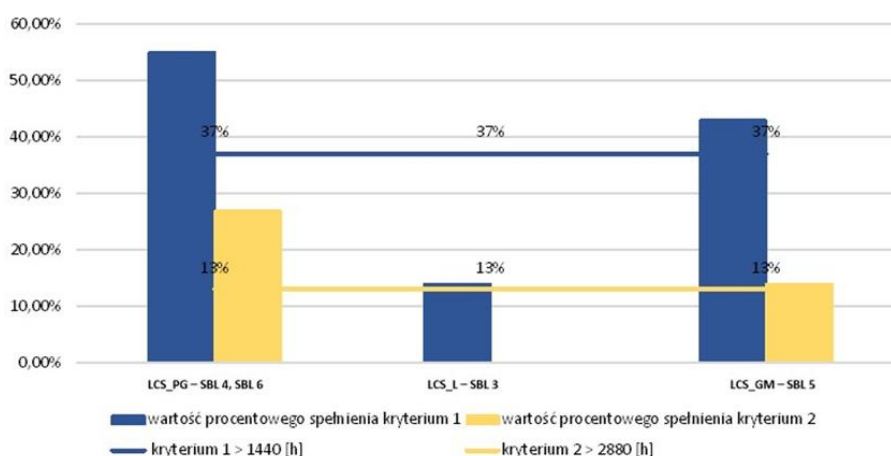
Rys. 22. Średni czas niezdatności dla kwalifikowanych uszkodzeń MTTR(F) (napęd zwrotnicowy) dla instalacji wybranych typów urządzeń w odniesieniu do wartości referencyjnej obliczonej dla rodzaju urządzeń US [P8]



Rys. 23. Jednostkowy czas usuwania uszkodzeń kwalifikowanych TR(F) (napęd zwrotnicowy) dla instalacji wybranych typów urządzeń w odniesieniu do wartości referencyjnej obliczonej dla rodzaju urządzeń US [P8]



Rys. 24. Średni czas usuwania uszkodzeń MTR dla instalacji wybranych typów urządzeń w odniesieniu do wartości referencyjnej obliczonej dla rodzaju urządzeń US [P8]



Rys. 25. Średni czas zdatności między uszkodzeniami MTTF dla instalacji wybranych typów urządzeń w odniesieniu do wartości referencyjnej obliczonej dla rodzaju urządzeń US [P8]

Analizując dopuszczalne wartości eksploatacyjne wybranych wskaźników RAM uzyskane dzięki analizie niezawodnościowej przy wykorzystaniu zbioru zaproponowanych w tym celu wskaźników, można stwierdzić, że:

- 1) dostępność eksploatacyjna $A_{\text{eksp}} > 99,99\%$ (56,2 min. w skali roku) jest spełniona przez ok. kilkanaście % (< 20%) instalacji należących do przeanalizowanych typów urządzeń.
- 2) średni czas między uszkodzeniami MTBF wynoszący > 2880h (120 dni) spełnia ok. kilkanaście % (< 20%) instalacji należących do przeanalizowanych typów urządzeń.

- 3) średni czas niezdatności MTTR i zgodnie z uwaga powyższą MTR wynoszący $< 2h$ cechuje ok. $50 \div 70\%$ instalacji należących do przeanalizowanych typów urządzeń,
- 4) średni czas zdatności MTTF oraz jednostkowy czas zdatności TTF wynoszący $> 2880h$ (120 dni) spełnia ok. kilkanaście % ($< 20\%$),
- 5) dla urządzeń rodzaju UP (na podstawie czterech typów urządzeń) największą usterkowość wykazują podzespoły przejazdowe, a następnie czujniki na przejazdach,
- 6) dla urządzeń rodzaju US (na podstawie czterech typów urządzeń) najmniejsza usterkowość dotyczy kabli, zasilania,
- 7) dla urządzeń rodzaju SBL (na podstawie trzech typów urządzeń) największą usterkowość wykazują podzespoły blokady liniowej,
- 8) dla urządzeń rodzaju PBL (na podstawie trzech typów urządzeń) największą usterkowość wykazują urządzenia kontroli niezajętości.

Uwzględniając, w ramach analiz niezawodnościowych wyniki instalacji różnych typów urządzeń w odniesieniu do kryterium wyliczonym dla zasięgu większego, a więc rodzaju urządzeń obejmującego te typy urządzeń, można stwierdzić, że dla niektórych wskaźników np. MTBF, MTBF(F) – dla komponentu, MTTF i TTF występują wyraźne różnice.

Z analizy wartości wskaźników TR(F) czasu naprawy uszkodzeń w rozbiciu na komponenty wchodzące w skład instalacji (różnego typu urządzeń) wynika, że czas usuwania uszkodzeń tego samego komponentu jest zdecydowanie różny i obejmuje przeważnie wszystkie kategorie zakresów wartości, np. uszkodzenie komponentu aparatura sterująca w UP 10 i UP 19 trwa od $0,1h \div 120h$ z największą częstością w przedziale od $0,5 \div 2h$.

Wnioski wynikające z analizy

Podsumowując, wnioski wynikające z analizy uzyskanych wyników można stwierdzić, iż istotnym zagadnieniem (problemem organizacyjnym) wpływającym na proces podejmowania decyzji o zastosowaniu optymalnej (dostosowanej do potrzeb) strategii eksploatacji według niezawodności jest fakt dużej różnorodności systemów eksploatowanych na PKP PLK S.A. Wynika to z faktu, że instalacje różnego typu systemów srk użytkowanych na sieci PKP PLK S.A. (realizujących zadaną funkcjonalność dla konkretnego typu urządzenia) składają się z urządzeń wykonanych w różnych technologiach, dostarczanych przez różnych producentów, które najczęściej powiązane są ze sobą przy wykorzystaniu

niezestandaryzowanych interfejsów (które stanowią dodatkowe źródło potencjalnych usterek w podsystemie sterowanie). W związku z powyższym niezawodność (zmiana jej wartości w czasie) dla poszczególnych komponentów wykorzystanych w instalacji jest różna, ponieważ różnią się one wykonaniem, technologią wykonania, zasadami utrzymania czy warunkami bezpiecznej eksploatacji a tym samym występujące usterki różnią się charakterem uszkodzeń, oraz ich intensywnością. Oznacza to, że konieczne jest wyznaczenie granic komponentów (także z punktu widzenia obliczania wskaźników niezawodnościowych), głównie dotyczących technologii elektronicznych, co pozwoli na wyznaczanie wartości wskaźników niezawodnościowych z większą wiarygodnością (poziom ufności) a tym samym stanowić może podstawę „rozliczeniową” w relacji użytkownik – producent.

W kontekście instalacji konkretnego rodzaju urządzeń (stacyjne, liniowe, przejazdowe), wskaźniki mogą być przydatne w celu wykrywania „najsłabszych ogniw” (pozwalają na to wskaźniki miar niezawodnościowych dla klasyfikowanych uszkodzeń). Trzeba także zwrócić uwagę na fakt, że w okresie zakładanej przez Użytkownika trwałości eksploatacyjnej (min. 25 lat), struktura niezawodnościowa instalacji ulega zmianom (niektóre komponenty zostają wymienione na nowe, inne naprawione, a są i takie, które nie uległy uszkodzeniom bądź ich intensywność uszkodzeń wzrosła). Analizując pewne relacje niezawodnościowe między komponentami opisane wskaźnikami (np. MTBF, MTTF, etc.) można stwierdzić, że mimo zmieniających się wartości wskaźników dla poszczególnych komponentów, dostępność instalacji będzie na zbliżonym akceptowalnym poziomie wartości.

Opracowane w tym celu i opisane w pracy karty wskaźników niezawodnościowych i ich zaimplementowanie a w konsekwencji wykorzystane do obliczeń z wykorzystaniem danych z książki E-1758 stanowią istotne dane wejściowe stanowiące podstawę do formułowania diagnozy, wnioskowania i w konsekwencji podejmowania decyzji[20]. Analizując wyniki obliczeń różnych wskaźników, w tym uwzględniających klasyfikowane uszkodzenia prezentowane zazwyczaj w postaci histogramów przedstawiających rozkłady mierzonych cech parametrów niezawodnościowych różnych rodzajów urządzeń można obserwować w ramach elementarnych zadań określonych w przyjętej strategii, np. efekty wprowadzonych działań utrzymaniowych poprzez śledzenie trendów zmian wartości miar niezawodności. Wskaźniki bazują na danych eksploatacyjnych (są to wartości szacowane w wyniku obserwacji w okresie eksploatacji) i stanowią platformę porównawczą do prognozowanych wartości podawanych przez producentów, więc mogą być narzędziem do weryfikacji parametrów RAM oraz wchodzić, jako składowe do analizy wielokryterialnej.

Respektując dotychczasowe zasady utrzymania systemów srk (w PKP PLK S.A.) polegające na ich bieżących i okresowych przeglądach oraz naprawach (strategia oparta na resursie), ale także wyzwania spowodowane nową technologią zastosowaną w różnych typach systemów srk, obecne procesy utrzymania powinny być wspierane w podejmowaniu decyzji eksploatacyjnych poprzez umożliwienie:

- a) ciągłego monitorowania stanu technicznego elementów (wykorzystującego systemy diagnostyczne producentów urządzeń komputerowych) urządzeń i systemów w kontekście instalacji zabudowanych w różnych lokalizacjach na sieci kolejowej,
- b) planowania napraw, przeglądów bieżących i okresowych w kontekście niezbędnych potrzeb potencjału naprawczego oraz podejmowania decyzji uwzględniających zakres i czas prac naprawczych minimalizujących czas niezdatności eksploatowanych instalacji,
- c) opracowania i przygotowania programów (procesów), będących wynikiem podjętych wcześniej decyzji planistycznych,
- d) realizacji prac i ich odbioru.

Wytyczne dla systemu informacyjnego w ramach systemu utrzymania i diagnostyki – kierunki dalszych badań

Wnioski z przeprowadzonych analiz zostały wykorzystane do opracowania strategii utrzymaniowej komputerowych urządzeń i systemów srk na sieci kolejowej zarządzanej przez Spółkę PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w zakresie [P8]:

- a) organizacji systemu wsparcia logistycznego, w tym rozdzielenia zadań na użytkownika i producenta,
- b) analizy wpływu opóźnień we wsparciu logistycznym na czas niezdatności obiektu technicznego,
- c) potwierdzenia skuteczności przyjęcia właściwej strategii utrzymania urządzeń na podstawie szczegółowych obrazów rzeczywistości eksploatacyjnej uzyskanych na podstawie zagregowanych wyników wskaźników.

Zostały też zaproponowane wytyczne dla systemu informacyjnego w ramach Centrum Utrzymania i Diagnostyki (CUID) w następujących zakresach:

1) Wymagania funkcjonalne dla systemu informacyjnego w ramach CUiD.

Mając na uwadze kryteria optymalizacji strategii utrzymania opisane w rozdz. 4.3 monografii, system do zarządzania procesem eksploatacji, w tym utrzymania i diagnostyki w ramach CUiD powinien zapewnić w zakresie funkcjonalnym możliwość:

- a) obserwacji procesów działających w systemie eksploatacji,
- b) ciągłego zbierania informacji (związanych z techniką i organizacją) oraz ich przetwarzanie i przechowywanie,
- c) komunikacji ze współpracującymi bazami danych, systemami informatycznymi, w tym diagnostycznymi.
- d) dystrybucji (według obowiązującej w organizacji polityki dostępu do informacji, z podziałem na komórki organizacyjne) zgromadzonych danych i przetworzonych kompletnych informacji wykorzystywanych do rozdzielania zadań cząstkowych kierowanych do odpowiednich sekcji lub personalnie (monter, diagnosta).

Stały dopływ informacji o stanie urządzeń, przebiegu działań w ramach procesów oraz zjawiskach i zdarzeniach zachodzących w systemie wymaga pracowników o odpowiednich kwalifikacjach, przyrządów pomiarowych, systemów do monitorowania (działania w zakresie techniki i organizacji zadań powinny być opatrzone „stemplem czasowym”, stanowiącym podstawę do optymalizacji działań zmierzających do minimalizowania czasów niezdatności), operatorów wprowadzających dane lub elektronicznych rozwiązań zapewniających bezpośrednią transmisję danych pomiarowych z przyrządów pomiarowych, w tym systemów informatycznych przetwarzających te dane (minimalizowanie w łańcuchu przetwarzania danych czynnika ludzkiego, który potencjalnie wprowadza błędy systematyczne) ze specjalistycznym oprogramowaniem.

W celu efektywnego zarządzania procesem eksploatacji funkcjonalność systemu powinna zapewnić możliwość monitorowania i oceny zjawisk dotyczących zmian stanu technicznego urządzeń, procesów i relacji związanych z charakterem systemu obsługiwanego oraz w systemie wsparcia logistycznego.

W zakresie informacji, które są niezbędne w ramach realizacji procesu eksploatacji (skutecznego i zoptymalizowanego) należy uwzględnić:

- a) strukturę systemu eksploatacji, czyli urządzenia srk i ich rolę w systemie,
- b) przebieg procesu eksploatacji urządzeń i systemów srk,

- c) dostępność zasobów odnawialnych (np. przyrządy pomiarowe, pracownicy) i nieodnawialnych (np. materiały eksploatacyjne, części zamienne),
- d) możliwości kontroli i oceny produktywności i prawidłowości wykonywanych prac obsługowych,
- e) potrzebne dane do tworzenia harmonogramów realizacji usług,
- f) ułatwienia w administrowaniu i organizowaniu pracy,
- g) potrzebę wzbogacania wiedzy o eksploatowanych urządzeniach i procesach zachodzących podczas ich użytkowania (o uszkodzeniach, przyczynach niesprawności, skutkach, etc.)

Powyżej opisany zakres informacji może być zrealizowany pod warunkiem ciągłego dostępu do następujących danych wejściowych zawierających:

- a) wykaz eksploatowanych urządzeń, włącznie z informacją dotyczącą ich lokalizacji, producenta, daty produkcji i zabudowy i oddania do eksploatacji,
- b) informacje o zakresie i wynikach pomiarów oraz kontroli diagnostycznych,
- c) informacje o przeprowadzonych usługach, w tym: wykorzystaniu zasobów, kosztach, czasie trwania, pracochłonności, etc.,
- d) informacji o dostępności zasobów odnawialnych i nieodnawialnych (aktualnych i prognozowanych),
- e) informacje o uszkodzeniach i zużyciu tj. przyczyny, skutki, moment wystąpienia, rodzaje uszkodzonych elementów,
- f) informacje o zaleceniach dotyczących obsługi.

2) Wymagania w zakresie struktury systemu w ramach CUiD

Struktura systemu informatycznego wykorzystywana w CUiD powinna składać się z następujących komponentów (modułów logicznych, których funkcje mogą być realizowane w formie rozproszonych systemów komputerowych (np. w formie klastrów)) zapewniających szybki dostęp do informacji z uwzględnieniem struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa:

- a) Bazy danych (podatne na aktualizację); gromadzą dane niezbędne dla pozostałych modułów umożliwiając im wyznaczanie wskaźników i charakterystyk służących do oceny procesu eksploatacji.

- b) Przetwarzania danych; na podstawie danych wejściowych powinny generować dokumentację eksploatacyjną dla różnych szczebli zarządzania procesem eksploatacji, umożliwiać przygotowanie zestawień w celu zobrazowania w czasie przebiegu procesu eksploatacji (czasy składowe składające się na czas niezdatności – patrz norma PNEN50126-1,-2 **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**).
- c) Archiwizacji danych.
- d) Wizualizacji wyników (w różnej formie graficznej adekwatnej do wykorzystywanego sprzętu, telefon, smartfon, tablet czy PC).
- e) Obliczeń statystycznych i prognozowania zdarzeń.

3) Wymagania w zakresie wspomagania decyzji eksploatacyjnych w ramach CUiD

Aby personel mógł operatywnie kierować procesami ruchowymi musi mieć do dyspozycji określone środki techniczne tj. metody, urządzenia, systemy diagnostyczne. Środki te w dużej mierze powinny być adekwatne do technologii wykorzystywanej przez systemy i urządzenia srk. Zautomatyzowane rozwiązania techniczne umożliwiają w krótkim czasie dostęp do ilości niezbędnych informacji do zapewnienia wymaganego poziomu bezpieczeństwa, poprzez reakcje bezpieczeństwa systemów, w tym wykrycie uszkodzenia i blokowanie wyjścia. Zapewniając odpowiednią strukturę organizacyjną (system wsparcia logistycznego) możliwe jest skuteczne monitorowanie parametrów RAM w sposób optymalny przyjmując i stosując strategię wykorzystywaną w ramach procesu eksploatacji, a w szczególności dotyczącej utrzymania i diagnostyki. Powyższe działania powinny być prowadzone z wykorzystaniem coraz bardziej udoskonalanych metod podejmowania decyzji (histogramów przedstawiających rozkłady mierzonych cech parametrów niezawodnościowych rozpatrywanych w kontekście cząstkowych zadań określonych w przyjętej strategii, np. obserwowanie efektów wprowadzonych działań utrzymaniowych poprzez śledzenie trendów zmian wartości miar niezawodności).

Najtrudniejszą kwestią związaną z podejmowaniem decyzji jest ustalenie relacji między posiadaną wiedzą o stanie elementów systemów srk a możliwościami realizacji działań obsługowo-naprawczych zapewniających optymalizację działań (w tym kosztów posiadania urządzeń oraz na zachowanie planowego ruchu pociągów). Dlatego, też opracowanie systemów związanych z planowaniem obsługi i metod postępowania w przypadku przejścia

urządzeń do stanu niezdatności ma znaczenie zasadnicze. Różne sposoby podejścia do tego zagadnienia zostały przedstawione w formie modeli.

4) Zakres danych dla systemu informacyjnego w ramach CUiD.

Uwzględniając analizy przedstawione w poprzednich rozdziałach, przyjęto takie podejście do zbierania danych aby obejmowały one szeroki zakres własności i właściwości obiektów (instalacji) srk pozwalający na to, aby użytkownik mógł je wykorzystać (sformułować najbardziej skuteczną strategię) w szerokim aspekcie eksploatacji i mieć wsparcie w ramach prognozowania, planowania utrzymania oraz wspomagania przy podejmowaniu decyzji.

Przewiduje się, że zdefiniowane zbiory danych obejmujące m.in. identyfikacje uszkodzeń, ich częstość występowania a także wartości interwałów czasowych, na których wylicza się parametry niezawodnościowe i stan techniczny mają zapewnić odpowiednie wsparcie dla przeprowadzenia analiz statystycznych, wyznaczanie histogramów parametrów niezawodnościowych i utrzymaniowych systemów i urządzeń eksploatowanych w LCS'ach (Lokalnych Centrach Sterowania) i podjęcie konkretnych decyzji obejmujących takie kwestie jak:

- a) wyznaczenie kryteriów docelowych wartości wybranych parametrów wskaźników parametrów RAM i śledzenie trendów ich zmian,
- b) wyznaczenie interwałów planowych obsług oraz ich zakresu,
- c) planowanie zapotrzebowania na części zamienne oraz usługi zewnętrzne,
- d) ustalenie kryterium przydatności obiektu po uszkodzeniu (opłacalność wykonania naprawy),
- e) kryteria oceny stanu technicznego obiektu, w tym relacje niezawodnościowe między komponentami wykorzystanymi w instalacji (propagacja skutków uszkodzeń jednego komponentu na pozostałe, etc.).

Aby korzyści wynikające ze zbierania danych źródłowych były optymalne, muszą one być uporządkowane w postaci logicznego zbioru cech charakteryzujących (opisujących) konkretny obiekt (pojedyncze urządzenie, np. napęd) oraz jego relacje w ramach systemu, podsystemu czy też instalacji). Przewidywany zbiór danych ma służyć do zbudowania odpowiednich relacji w bazie danych oraz łatwego dostępu do informacji, z których będzie można generować raporty na różnym poziomie szczegółowości (populacji lub zasięgu

geograficznego), elektroniczne formularze wymagane do planowania utrzymania i kontroli zrealizowanych działań [P8].

Analiza uzyskanych informacji w zdefiniowany sposób pozwoli na kształtowanie decyzji umożliwiających wybór strategii utrzymania urządzeń i systemów srk, w tym systemów komputerowych. Wpływ na uszkodzanie się urządzeń ma technologia, w której zostały wytworzone, więc nie ma możliwości, aby dla urządzeń i systemów srk zrealizowanych w różnych technologiach stosować jednakową strategię utrzymania, włączając w to różne możliwości diagnostyki technicznej.

Bibliografia

(kontynuacja numeracji z podrozdziału 4.2)

[P8] Loryński W., **Sokołowska L.**, Pracoń B. „Standardy utrzymania komputerowych urządzeń i systemów srk”. Praca nr 001878/10, listopad 2021r.

4.3.2 Omówienie celu naukowego cyklu powiązanych tematycznie publikacji naukowych [P2 ÷ P7] i osiągniętych wyników

Wprowadzenie

Problematyką badawczą poruszoną w cyklu powiązanych tematycznie publikacji naukowych [P.2 ÷ P.7], które zostały przedstawione do oceny, są zagadnienia modelowania matematycznego i oceny wybranych problemów w systemach kolejowych w aspekcie funkcjonalności, niezawodności, dostępności i bezpieczeństwa systemów. Analizy wybranych problemów w systemach kolejowych zostały przeprowadzone na przykładach autorskich koncepcji systemów: systemu dodatkowego ostrzegania kierowców na przejazdach kolejowo – drogowych, systemu wspomagającego akcje ratownicze przy wypadkach kolejowych oraz dla wybranych systemów eksploatacyjnych systemów sterowania ruchem kolejowym

Współczesne systemy sterowania ruchem kolejowym są systemami złożonymi, które integrują różne technologie i co ważniejsze pracują w środowisku, w którym identyfikacja dokładnej reakcji jak również zachowań systemu jest ograniczona. Z powodu wewnętrznych jak i wzajemnych zależności, które występują pomiędzy stosowanymi w systemach technologiami, w normalnych warunkach eksploatacji, pojawiają się niepożądane i nieznane stany systemu, których nie da się przewidzieć a tym samym wyeliminować na etapie projektowania czy badań przed dopuszczeniem systemu do eksploatacji. W tym celu, aby

osiągnąć oczekiwaną zgodną z wymaganiami norm i użytkownika niezawodność, dostępność i bezpieczeństwo funkcjonalne systemu srk należy zidentyfikować, ocenić i kontrolować wszystkie możliwe potencjalne zagrożenia wpływające na system czy komponent systemu poprzez działania związane z niezawodnością, jakością, bezpieczeństwem i ryzykiem.

Szczegółowy cel badań i otrzymane wyniki

W aspekcie bezpieczeństwa funkcjonalnego systemów srk ze względu na złożoność systemów kolejowych nie jest możliwa ocena bezpieczeństwa systemu w warunkach rzeczywistych. Stąd jedną z podstawowych metod analizy bezpieczeństwa systemów jest modelowanie, które umożliwia wnioskowanie o zachowaniu rzeczywistego systemu srk. Pod uwagę wzięto następujące zadania badawcze:

- opracowanie metody oceny bezpieczeństwa funkcjonalnego systemów,
- analiza czynników wpływających na bezpieczeństwo funkcjonalne systemów,
- zastosowanie procesów Markowa do modelowania matematycznego systemów,

W pracy [P.2] przedstawiona została analiza parametrów transmisji w systemie dodatkowego ostrzegania kierowców na przejazdach kolejowych (AWS). W artykule omówiono problematykę parametrów czasowych transmisji radiowej (WiFi, WiMax, WSN) analizowanej w aspekcie: opóźnień, kolejek, prawdopodobieństwa wystąpienia błędu w transmisji w zależności od sposobu kodowania danych i długości pakietów w systemie dodatkowego ostrzegania niestrzeżonych systemów przejazdów kolejowych. Analiza matematyczna została przeprowadzona z wykorzystaniem procesów stochastycznych. W systemie AWS sieci transmisji bezprzewodowej jest podstawowym medium transmisji pomiędzy różnymi rozproszonymi obiektami systemu, jednocześnie standardy bezpieczeństwa transmisji wymagają przeprowadzenia takiej analizy odpowiadającej wymaganiom określonym w obowiązujących normach CENELEC.

Uzyskane wyniki analizy transmisji danych w systemie dodatkowego ostrzegania kierowców na przejazdach kolejowo – drogowych pokazuje, że przyjęcie typowych opóźnień związanych z awariami (błędami) transmisji musi uwzględniać liczbę nadajników (czujników) i czas obsługi w koncentratorze (liczba pojazdów drogowych przed przejazdem kolejowo - drogowym) nie ma istotnego wpływu na prawidłową pracę koncentratora. W przypadku systemu AWS optymalną liczbę czujników można zmniejszyć do kilku (3-6)

na każdą szynę w obu kierunkach, ponieważ rosnąca kolejka przesyłanych i nieobsługiwanych wiadomości dla większej liczby czujników doprowadza do braku możliwości przetwarzania błędnych wiadomości w czasie jednego slotu obsługi. Przeprowadzona analiza błędów w transmisji określa minimalny poziom prawdopodobieństwa błędnej transmisji, który nie ma znaczącego wpływu na poziom bezpieczeństwa funkcjonalnego systemu AWS.

Następną pracą o podobnej tematyce jest publikacja [P.3], w której przedstawione zostało modelowanie i analiza niezawodności i bezpieczeństwa przejazdów kolejowo – drogowych kat. C i D z i bez wyposażenia w dodatkowy system ostrzegania kierowców. W pracy została przedstawiona koncepcja implementacji dodatkowego systemu ostrzegania na przejazdach kolejowych w warunkach istniejącej infrastruktury PKP. System ten został zaprojektowany w celu poprawy bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo - drogowych kategorii C i D. Aby wykazać celowość implementacji systemu należało wykonać szereg analiz. Przedmiotem analizy w niniejszej pracy jest oszacowanie niezawodności i bezpieczeństwa dodatkowego systemu ostrzegania. W tym celu wykonano modelowanie matematyczne oparte o stacjonarne, jednorodnie i ergodyczne procesy Markowa, co pozwoliło przeprowadzić część probabilistyczną analizy natomiast w części analizy niezawodnościowej przeprowadzono badanie zagrożeń, szacowanie ryzyka metodą FTA (ang. Tolerable Hazard Rate) oraz obliczono parametry MTBF (ang. Mean Time Between Failures). Ponieważ analiza niezawodnościowa może być prowadzona w odniesieniu do konkretnej struktury systemu oraz jego modułów składowych o określonych cechach niezawodnościowych, w pracy zaproponowano przykładową strukturę systemu dodatkowego ostrzegania.

System został zbudowany w oparciu o typowe komercyjnie dostępne moduły i komponenty takie jak karty, komputery, czujniki, dekodery oraz wykorzystanie publicznych otwartych standardów transmisji bezprzewodowej.

W celu oszacowania parametrów niezawodnościowych proponowanego systemu odtworzono strukturę blokową systemu: składającą się z 2 punktów terenowych – podsystem detekcji (2xSDT) oraz (1xMLO) podsystem decyzyjny, sterujący systemem ostrzegania, pomiędzy którymi wymiana danych odbywa się z wykorzystaniem systemu transmisji radiowej opartej o publiczny standard sieci otwartych. Analiza funkcjonalna przeprowadzona została dla systemu w konfiguracji 2 z 2 w architekturze szeregowej poszczególnych elementów składowych. Struktura taka jest najbardziej niekorzystna z niezawodnościowego punktu widzenia, ponieważ uszkodzenie dowolnego elementu powoduje niezdatność systemu.

Dla potrzeb symulacji założono wykorzystanie standardowych dostępnych na rynku elementów o znanych parametrach techniczno – eksploatacyjnych, dostosowanych do pracy w środowisku przemysłowym. Do oszacowania niezawodności dla tak zdefiniowanego systemu wykorzystano komputerowy pakiet wspomagania obliczeń niezawodnościowych Windchill Quality Solutions (znany pod wcześniejszą nazwą Relex), umożliwiający pracę w środowisku Microsoft Windows. Pakiet ten opracowany został przez firmę ReliaCore. Oprogramowanie składa się z 11 narzędzi do analizy niezawodnościowej umożliwiających między innymi prowadzenie analiz FTA, FMEA, wyznaczania wskaźników niezawodnościowych THR, MTBF. W celu oszacowania własności funkcjonalnych przykładowej implementacji technicznej systemu dodatkowego ostrzegania kierowców na przejazdach kolejowych wyznaczono dwa podstawowe parametry niezawodnościowe dla tego systemu, MTBF (średni czas pomiędzy uszkodzeniami) oraz wskaźnik gotowości technicznej K_g rozumiany, jako zdolność systemu do realizacji założonych zadań.

Oznacza to, że średni czas do wystąpienia uszkodzenia dla proponowanego systemu wynosi ok 1.5 roku. Podkreślić należy, że uszkodzenie takie nie prowadzi jeszcze do powstania sytuacji niebezpiecznej, zagrażającej bezpieczeństwu prowadzenia ruchu, a jedynie ogranicza dostępność systemu do czasu usunięcia usterki. Ponieważ rozpatrywany system jest systemem dodatkowego ostrzegania na przejazdach kolejowych osiągnięcie wskaźnika gotowości technicznej na poziomie $3 \cdot 10^{-4}$, ($K_g=0.999369$) uznaje się za wystarczające.

Analiza funkcjonalna przykładowego systemu zbudowanego na dostępnych komercyjnie komponentach i modułach wykazała, że możliwe jest zbudowanie systemu o zadowalających parametrach niezawodnościowych, który ze względu na zastosowane komponenty może być ekonomicznie atrakcyjną alternatywą dla poprawy bezpieczeństwa na przejazdach kolejowodrogowych. Należy zauważyć, że obliczenia i analiza miały potwierdzić jedynie pewne założenia dla dodatkowego systemu ostrzegania i pozwoliły odpowiedzieć na pytanie dotyczące kierunków dalszej pracy w aspekcie poprawy bezpieczeństwa na przejazdach kolejowych kat. C i D.

Publikacja [P.4] dotyczy metody modelowania systemów sterowania ruchem kolejowym i przybliży jeden ze sposobów poprawy zdolności przepustowej linii kolejowej poprzez prowadzenie ruchu w oparciu o zasadę „ruchomego odstępu blokowego”.

Kontynuowane w dalszej kolejności prace dotyczyły analizy wybranych elementów systemów przejazdowych oraz systemów sterowania, co stanowiło bazę umożliwiającą

rozszerzenie obszaru badawczego dotyczącego wykorzystania modelowania do oceny bezpieczeństwa i funkcjonalności systemów sterowania ruchem kolejowym. Tym samym wykorzystywana przez mnie metoda modelowania procesów i wyznaczania prawdopodobieństw dla poszczególnych zdefiniowanych stanów w systemach eksploatacyjnych (procesy Markowa) opisana w [P.2, P.3] potwierdziła swoją uniwersalność w odniesieniu ogólnie rozumianych systemów eksploatacyjnych srk.

W pracy [P.5] przedstawiono koncepcję systemu wspomagającego koordynację działań służb ratowniczych przy katastrofach kolejowych (System Wspomagania Służb Ratowniczych – SWSR), przeznaczonego do poprawy planowania i prowadzenia akcji ratowniczych. Najważniejszą cechą systemu jest bardzo precyzyjnie zdefiniowana funkcjonalność, która dotyczy jedynie przekazania dokładnej informacji na temat zaistniałego wypadku/katastrofy do dyżurnego ruchu najbliższego posterunku ruchu, a następnie do Centrum powiadamiania ratunkowego. Tak określona funkcjonalność systemu pozwala na optymalny dobór m.in. środków łączności bezprzewodowej (transmisja na odcinku pojazd – dyżurny ruchu) oraz optymalizację zakresu przekazywanych informacji tak, aby można było zapewnić wymaganą dostępność systemu w trudnych warunkach pracy np. mała przepustowość łączy, zakłócenia, chwilowe zaniki transmisji, czyli warunków, które panują w wielu miejscach, po których przebiegają linie kolejowe. Celem pracy jest określenie parametrów niezawodności, dostępności i bezpieczeństwa systemu SWSR poprzez analizę stanów pracy systemu oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia. W artykule przedstawiono model matematyczny modelujący funkcjonalne stany pracy systemu, natomiast do analizy matematycznej wykorzystano procesy stochastyczne w postaci jednorodnych stacjonarnych i ergodycznych procesów Markowa. Metoda ta daje możliwość oszacowania granicznych wartości prawdopodobieństw wystąpienia stanów uszkodzeń i uszkodzeń niebezpiecznych podczas pracy systemu. [P4]

Wyniki analizy matematycznej pokazują, że dla systemu SWSR możliwe jest osiągnięcie parametrów zadanych przez użytkownika (PKP PLK S.A.) dla wymagań niezawodnościowych i dostępności systemu wg Instrukcji Ie-100a.

Praca [P.6] dotyczy analizy zagadnień dotyczących zagrożeń i środków zaradczych zwiększających bezpieczeństwo transmisji w systemach srk. Współczesne systemy sterowania ruchem kolejowym czy opisane w [P.2, P.3, P.5] systemy mojego autorstwa wykonane w technice cyfrowej zależne są od niezawodnej i bezpiecznej wymiany informacji

zależnościowych pomiędzy systemami i komponentami systemów. Tym samym w ujęciu ogólnym wpływają na proces sterowania ruchem kolejowym, który wymaga zapewnienia bezpiecznej wymiany informacji pomiędzy urządzeniami automatyki kolejowej. Wymiana informacji sterujących pomiędzy urządzeniami uwarunkowana jest determinizmem czasowym, oraz koniecznością zapewnienia wymaganego poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa SIL (ang. Safety Integrity Level) [PN-EN 50159]. Aby uzyskać wymagany poziom bezpieczeństwa należy określić zadania transmisji oraz rodzaj przesyłanych informacji i założenia te należy uwzględnić już na etapie przygotowywania struktur informacji i ich kodowania.

W pracy została przeprowadzona analiza przyczyn utraty telegramów oraz metody zapobiegania ryzyku ich utraty. Zasadniczym celem analizy była identyfikacja zagrożeń i środków zaradczych zwiększających bezpieczeństwo transmisji w systemach srk następnie opracowanie realizacji metody zabezpieczenia kryptograficznego transmisji danych oraz efektywności czasowej przetwarzania danych.

W nawiązaniu do wcześniejszych prac dotyczących powiązania systemów srk i wymiany informacji pomiędzy nimi w pracy [P.7] przedstawiono kompleksowe podejście do standaryzacji zarówno pod względem wymagań jak i specyfikacji dotyczących stosowania interfejsów w systemach sterowania ruchem kolejowym. Z problemem tym zmagają się zarówno projektanci, wykonawcy zaangażowani w wdrażanie tych systemów oraz zarządcy infrastruktury. Rynek kolejowy staje się bardziej otwarty i liczba producentów urządzeń i systemów sterowania ruchem kolejowym rośnie w szybkim tempie. W celu wypełnienia istniejącej luki w tej dziedzinie podjęto projekt opracowania zakresu, który można wykorzystać, jako skuteczne narzędzie do organizacji użytkowania i połączenia interfejsów dla urządzeń sterowania ruchem kolejowym w pełni praktyczny sposób.

W pracy przedstawiono opis stanowiska testowego do badań standaryzowanych interfejsów. Przedstawiono opis działania i obsługi symulatora interfejsu IXL-LB, oraz uzyskane wyniki badań symulacyjnych wykonanych z wykorzystaniem modelu interfejsu IXL-LB pomiędzy zależnościami urządzeniami stacyjnymi i blokadą liniową. Celem badań symulacyjnych było zweryfikowanie przyjętych wymagań funkcjonalnych wynikających ze specyfikacji standardu dla interfejsu: zależnościami urządzenia stacyjne - blokada liniowa. Oraz poprawności wymiany danych z wykorzystaniem opracowanego standardu transmisji danych typu UDPS opracowanych w ramach etapów 2 i 3 realizowanego projektu NCBiR. Ogólnie: na podstawie uzyskanych wyników testów stwierdzono, że:

- Wykonany zakres testów jest zgodny w ramowym programem badań oraz wyczerpuje możliwości testowe stanowiska i modelu symulacyjnego.
- Uzyskane pozytywne wyniki testów potwierdziły, że interfejs LB-IXL działa w pełnym zakresie danych przesyłanych w czasie rzeczywistym (tj. telegramy stanów poleceń i komunikatów) oraz potwierdzono zgodność w zakresie poprawności telegramów nadawanych i odbieranych przez IXL i LB z wykorzystaniem badanego interfejsu, potwierdzając tym samym, że model symulacyjny interfejsu LB-IXL zdefiniowany został zgodnie z specyfikacją interfejsu.

Mając na uwadze powyższe stwierdzono, że zdefiniowany cel testów tj. „zweryfikowanie przyjętych standardów i założeń projektowych” został osiągnięty.

Podsumowując, zaprezentowana syntetyczna analiza bezpieczeństwa funkcjonalnego systemów z zastosowaniem procesów Markowa nakreśla znaczące spostrzeżenia w zakresie analizowania czynników wpływających na bezpieczeństwo i niezawodność systemów kolejowych, co odgrywa znaczącą rolę w rozwoju branży kolejowej. Zaproponowana przeze mnie metoda oceny oparta o modele Markowa wykazuje się dużymi możliwościami w opinie systemów sek niezależnie od ich typu i przeznaczenia. Modelowanie, jako wstępny etap analizy badanego systemu umożliwia uzyskanie wiedzy na temat charakteru i możliwości wystąpienia stanów uszkodzeń i uszkodzeń niebezpiecznych podczas pracy systemu oraz wiedzy na temat zagadnień dotyczących zagrożeń i środków zaradczych zwiększających bezpieczeństwo. Dane te są kluczowe i pozwalają na określenie parametrów niezawodności, dostępności i bezpieczeństwa systemu.

Efekty realizacji badań przedstawionych w pracach [P2 ÷ P7] stanowią wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria lądowa, geodezja i transport w postaci opracowania metody oceny bezpieczeństwa funkcjonalnego systemów z zastosowaniem procesów Markowa do modelowania matematycznego systemów.

4.3.3 Podsumowanie osiągniętych wyników badań

Przedstawione prace i badania mają charakter użyteczny w dziedzinie analizy i oceny systemów sterowania ruchem kolejowym. Odpowiadają na pytanie, w jaki sposób można wykorzystać modelowanie i metody matematyczne w procesie oceny systemów kolejowych oraz uświadamiają, iż to właśnie potrzeba wykorzystywania metod naukowych w procesie

analizy bezpieczeństwa i niezawodności systemów sterowania ruchem kolejowym determinuje konieczność posiadania specjalistycznej wiedzy w zakresie rozwiązywania skomplikowanych zagadnień związanych z niezawodnością i bezpieczeństwem, ponieważ jest to narzędzie wspierające projektowanie i eksploatację systemów srk oraz jako niezbędny środek do planowania awaryjnego w sytuacjach losowych.

Jedną z istotnych metod podnoszenia poziomu niezawodności a tym samym bezpieczeństwa systemu jest metoda doboru odpowiedniej strategii utrzymywania, której głównym celem jest właściwe harmonogramowanie zadań obsługowych przy optymalnej strategii odnowy, zdefiniowanej m.in. dla założonych kryteriów niezawodnościowych. Na podstawie tej metodyki przeprowadzono analizę bezpieczeństwa i niezawodności systemów.

W aspekcie funkcjonalności i bezpieczeństwa do analizy i modelowania systemów srk zostały zastosowane procesy Markowa, metoda ta jest zdecydowanie zalecana w dokumentach normatywnych CENELEC (np. PN-EN 50126, PN-EN 50128 i PN-EN 50129).

Podsumowując przeprowadzone powyżej rozważania, przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe (autorska monografia i cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych), stanowi następujący wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria lądowa, geodezja i transport:

- opracowanie metody i dobór narzędzi wspomagających ocenę bezpieczeństwa i niezawodności systemów srk,
- opracowanie autorskich modeli matematycznych umożliwiających oszacowanie granicznych wartości prawdopodobieństw wystąpienia stanów uszkodzeń i uszkodzeń niebezpiecznych podczas pracy systemu,
- zastosowanie podejścia systemowego do badania niezawodności w aspekcie bezpieczeństwa w procesie eksploatacji i utrzymania systemów sterowania ruchem kolejowym,
- opracowana metodologia analizy matematycznej obrazuje osiągane parametry zadane dla wymagań niezawodnościowych i dostępności systemu.

Opracowana w pracach [P.1 ÷ P.7], metody analizy można wykorzystać do oceny wybranych problemów w systemach kolejowych w aspekcie funkcjonalności, niezawodności i bezpieczeństwa zarówno w procesie projektowania jak też eksploatacji i utrzymania systemów srk.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

W 2003 roku ukończyłam studia i obroniłam pracę magisterską przygotowaną pod opieką prof. Andrzeja Lewińskiego na Wydziale Transportu Politechniki Radomskiej w Zakładzie Elektroniki i Telematyki. W tym Zakładzie zostałam zatrudniona i pracowałam do roku 2017 na stanowiskach asystent naukowo-dydaktyczny następnie adiunkt. Praca na Wydziale Transportu Politechniki Radomskiej w latach 2003 - 2017 była moim podstawowym miejscem pracy. Od początku mojej pracy moje zainteresowania naukowe koncentrowały się na obszarze badawczy dotyczącym bezpieczeństwa i niezawodności systemów sterowania ruchem kolejowym.

W ramach aktywności naukowej przed doktoratem współpracowałam z Zakładem Sterowania Ruchem i Teleinformatyki w Instytucie Kolejnictwa w projektach:

1. ESTER – ekonomiczny system zdalnego sterowania i kierowania ruchem kolejowym. UDA-PIG.01.04.00-14-015/08; UDA-POIG.04.01.00-14-015/08. 2009-2013. Projekt realizowany był z Instytutem Kolejnictwa, Z.A. KOMBUD S.A. (partner z przemysłu). W projekcie tym obszar badawczy, którym się zajmowałam dotyczył analizy bezpieczeństwa transmisji danych w nowoprojektowanym systemie. System ESTER został wdrożony w Lokalnym Centrum Sterowania (LCS) w Drzewicy na linii nr 22 Tomaszów Mazowiecki – Radom. (projekt zrealizowany).
2. GRANT MNiI pt: „Wpływ nowych technologii informacyjnych na poprawę funkcjonalności i bezpieczeństwa ruchu pociągów” nr 4T12C00529. Politechnika Radomska 2005-2008. Projekt realizowany był z Instytutem Kolejnictwa. Charakter udziału: koordynator prac, sekretarz, członek zespołu badawczego dot. analizy transmisji danych i analizy bezpieczeństwa systemu. Zasadniczy obszar badawczy dotyczył analizy modelowania bezpieczeństwa systemu. (projekt zrealizowany).

Współpraca naukowa z Instytutem Kolejnictwa, pozwoliła na zdobycie osiągnięć projektowych w zakresie opracowania zagadnień związanych z poprawą funkcjonalności i bezpieczeństwa systemów sterowania ruchem kolejowym. Brałam udział w pracach naukowych zespołu badawczego związanych z opracowaniem modeli symulacyjnych w zakresie funkcjonalności i bezpieczeństwa systemów. Współpraca zaowocowała sześcioma publikacjami [Zał. 4 [22÷25], [27÷30]].

Jako członek zespołu badawczego uczestniczyłam w realizacji projektów badawczych na Wydziale Transportu Politechniki Radomskiej:

- „Problemy bezpiecznej transmisji danych w komputerowych systemach stosowanych w kolejnictwie” praca nr 2017/47/P, 2003/04
- „Analiza właściwości i charakterystyk sieci teleinformatycznych stosowanych w zarządzaniu i sterowaniu w transporcie” praca nr 2251/47/P, 2005-07
- „Zastosowanie nowych standardów sieci bezprzewodowych w systemach w sterowania i zarządzania w transporcie lądowym” praca nr 2251/47/P 2008-2009
- „Bezprzewodowe technologie w zarządzaniu, sterowaniu i monitorowaniu systemów i urządzeń automatyki kolejowej” praca nr 2819/47/P 2010-2011

W pracach tych zajmowałam się wykorzystaniem nowych standardów transmisji bezprzewodowej i wykorzystaniem jej w sterowaniu ruchem kolejowym oraz analizą transmisji danych. W roku 2015r. otrzymałam Indywidualną Nagrodę Rektora UTH III stopnia za osiągnięcia naukowe, przyznana przez Rektora Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu.

W okresie od 2014 do 2017, byłam dodatkowo (poza Politechniką Radomską) zatrudniona w Zakładzie Sterowania Ruchem i Teleinformatyki w Instytucie Kolejnictwa na stanowisku specjalista inżynieryjno-badawczy. Zakres moich obowiązków obejmował prace badawcze dotyczące systemów sterowania ruchem kolejowym a w szczególności systemów zabezpieczenia przejazdów kolejowo – drogowych. Zakres badań dotyczył m.in. badania bezpieczeństwa oraz badania poprawności funkcjonowania systemów i urządzeń sterowania ruchem.

Od 2017 roku praca w Instytucie Kolejnictwa jest moim podstawowym miejscem pracy na stanowisku adiunkt, koordynator ds. systemów zabezpieczenia przejazdów kolejowo-drogowych.

W ramach aktywności naukowej po uzyskaniu stopnia doktora (2012 r.) nieprzerwanie współpracuje z Wydziałem Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej oraz z Wydziałem Transportu Politechniki Warszawskiej. W efekcie tej współpracy zostały zrealizowane bądź są w trakcie realizacji m. in. projekty:

3. Standaryzacja wybranych interfejsów komputerowych urządzeń i systemów sterowania ruchem kolejowym (srk). – POIR.04.01.01-00-0005/17. Projekt NCBiR realizowany przez Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, Rail-Mil (partner z przemysłu) w latach 2018 – 2022. Zasadniczy obszar badawczy, którym się zajmowałam dotyczył kwestii badań symulacyjnych wykonanych z wykorzystaniem modelu interfejsu IXL-LB pomiędzy zależnościami stacyjnymi i blokadą liniową. Celem badań symulacyjnych było zweryfikowanie przyjętych wymagań funkcjonalnych wynikających ze specyfikacji standardu dla interfejsu: zależnościowe urządzenia stacyjne - blokada liniowa. A także poprawności wymiany danych z wykorzystaniem opracowanego standardu transmisji danych typu UDPS opracowanych w ramach etapów 2 i 3 realizowanego projektu NCBiR. W wyniku realizacji projektu powstał szereg publikacji naukowych, w tym także współautorskie z pracownikami Politechniki Warszawskiej (prof. M. Jacyną) [Zał. 4 p.II.9 [15, 16, 18÷21]]. Celem projektu było opracowanie, w oparciu o badania, specyfikacji i wymagań dla interfejsów stosowanych w komputerowych urządzeniach srk, bkjp i CUiD, które będą stanowić standard umożliwiający powiązanie elementów systemu różnych producentów oraz różnych typów. Rezultaty projektu dedykowane są do zastosowania na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP PLK (a także potencjalnie przez innych zarządców infrastruktury). (projekt zrealizowany).
4. Projekt pt: „Energooszczędny System Elektrycznego Ogrzewania Rozjazdów z adaptacyjną dystrybucją mocy grzewczej”, nr projektu BRIK-II/0036/2022, finansowanie NCBiR, realizowany przez Instytut Kolejnictwa w konsorcjum z Zakłady Automatyki i urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o. o., Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej. Projekt w realizacji 01-12-2022 do 30-11-2025. Charakter udziału: specjalista B+R ds. analiz i modelowania matematycznego układów elektronicznych. (projekt w trakcie realizacji).
5. „rmCBTC” - System automatycznego prowadzenia pojazdów szynowych klasy CBTC, wykorzystujący unikalne połączenie dwukierunkowej bezprzewodowej

transmisji danych oraz komponentów interoperacyjnego systemu kolejowego ETCS, zwiększający poziom wydajności i bezpieczeństwa w aglomeracyjnym transporcie szynowym na pierwszej linii Metra Warszawskiego – POIR.01.01.01-00-0276/17. Projekt realizowany w latach 2014 – 2021 z Wydziałem Transportu Politechniki Warszawskiej, Rail-Mil (partner z przemysłu). Charakter udziału: specjalista B+R ds. weryfikacji wyników prac w zakresie weryfikacji scenariuszy operacyjnych oraz weryfikacji wpływu instalacji systemu mCBTC na typ pojazdu. (projekt zrealizowany).

6. „Inteligentny monitoring wizyjny kontenerów”, Etap 8 i Etap 9, nr wniosku o dofinansowanie POIR.04.01.04-00-0157/17. Finansowanie NCBiR, realizowany przez Instytut Kolejnictwa, Instytut Nauki i Techniki STIPENDIUM, Kodegenix, MobileMS (lider projektu). Projekt realizowany w latach 01.10.2019 – 30.11.2021, projekt zakończony. Charakter udziału: specjalista B+R ds. systemów sterowania ruchem kolejowym i bezpieczeństwa transmisji danych (LS). Celem naukowo – technicznym projektu było opracowanie innowacyjnej instalacji demonstracyjnej oraz walidacja technologii prowadzących do innowacyjnego produktu o nazwie własnej IMW w postaci inteligentnego systemu monitoringu wagonów kolejowych. Cel biznesowy to uzyskanie skuteczności i efektywności produktu IMW, umożliwiającego świadczenie pakietu usług monitorowania. (projekt zrealizowany).

Poza tym uczestniczyłam lub kierowałam w ponad 70 pracach naukowo-badawczych dla przemysłu [Zał. 4] realizowanych w Instytucie Kolejnictwa.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

6.1 Osiągnięcia dydaktyczne

W ramach działalności dydaktycznej realizowanej na Wydziale Transportu Politechniki Radomskiej (aktualnie Uniwersytet Radomski) w latach 2003 - 2017 prowadziłam zajęcia ze studentami zarówno na studiach stacjonarnych jak i niestacjonarnych, były to przedmioty takie jak: Telematyka, Podstawy elektroniki, Układy elektroniczne, Technologie teleinformatyczne. Przedmioty Telematyka i Technologie teleinformatyczne zostały

przygotowane przeze mnie autorsko (kierownik przedmiotu), zarówno zajęcia projektowe jak i zajęcia laboratoryjne.

W ramach działalności dydaktycznej współpraca w zakresie prowadzenia zajęć projektowych z zakresie nowoczesnych systemów sterowania ruchem kolejowym w ramach studiów podyplomowych realizowanych na Wydziale Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej, „Zasady Prowadzenia Ruchu Kolejowego i Systemy Sterowania Ruchem Kolejowym ” edycja 20016/2017, 2017/2018, 2018/2019.

A także w ramach działalności dydaktycznej współpraca w zakresie prowadzenia zajęć projektowych „Bezpieczeństwo i diagnostyka systemów sterowania ruchem kolejowym”, w ramach studiów niestacjonarnych II stopnia (magisterskie) na kierunku Transport specjalność: Sterowanie Ruchem Kolejowym, realizowanych na Wydziale Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora byłam opiekunem/promotorem 10 prac dyplomowych i recenzentem 9 prac:

- promotorem 6 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich;
- recenzentem 9 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich;
- promotorem pomocniczym 1 pracy doktorskiej - (Decyzja NR RJO15/22/DP/23/24 Gliwice dn. 21.12.2023r.). Michał Grzybowski, praca pt. „Reprezentacja zależności w komputerowych systemach srk”, promotor dr hab. inż. Jakub Młyńczak, prof. PŚ, Politechnika Śląska.

6.2 Osiągnięcia organizacyjne

Moja działalność organizacyjna po obronie pracy doktorskiej obejmowała aktywne uczestnictwo na rzecz rozwoju Wydziału i uczelni pełniąc następujące funkcje na Wydziale Transportu i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu (aktualnie Uniwersytet Radomski) jako:

1. Zastępca przewodniczącego Komisji Dyscyplinarnej ds. Doktorantów na okres kadencji od dnia 1 stycznia 2013 r. do dnia 31 grudnia 2016 r. na Wydziale Transportu i Elektrotechniki UTH Radom,

2. Członek Wydziałowego Zespołu Jakości Kształcenia na Wydziale Transportu i Elektrotechniki UTH Radom, 2012r. - 2014r.
3. Wydziałowy Członek Rady Bibliotecznej na okres kadencji 1.01.2017 – 31.12.2020r. (zgodnie z Zarządzeniem R-1/2017 Rektora UTH w Radomiu)
4. Wydziałowa Komisja odbioru prac naukowo - badawczych, 2012r., 2013r. na Wydziale Transportu i Elektrotechniki UTH Radom,

Uczestnictwo w pracach Wydziałowego Zespołu Jakości Kształcenia na Wydziale Transportu i Elektrotechniki UTH w Radomiu pozwoliło mi na bieżące śledzenie zmian opracowywanych i wprowadzanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Umożliwiło to nadzór nad wdrażaniem wytycznych zawartych w Krajowych Ramach Kwalifikacji w przedmiotach prowadzonych przez pracowników Zakładu Elektroniki i Telematyki.

Moja działalność organizacyjna w Zakładzie Sterowania Ruchem i Teleinformatyki w Instytucie Kolejnictwa związana jest z koordynacją współpracy z działami rozwoju w przemyśle oraz innymi jednostkami naukowo-badawczymi w obszarze systemów zabezpieczenia przejazdów kolejowo-drogowych oraz będąc członkiem Rady Naukowej Instytutu Kolejnictwa kadencjach: 2020r. - 2024r., 2024r. – 2028r, realizuję w sposób ciągły zadania wynikające z art. 29 ustawy o instytutach (Dz.U. 2024 poz. 1606)

6.3 Osiągnięcia popularyzujące naukę

W zakresie popularyzacji badań i nauki habilitantka opublikowała cykl artykułów popularno-naukowych oraz wygłaszała referaty na konferencjach naukowych, technicznych i seminariach branżowych związanych z branżą kolejową. Przykładowe nieindeksowane i niewymienione w załączniku [Zał. 4 p. 5] referaty zamawiane, wygłoszone i niepublikowane przez habilitantkę:

- Analiza wpływu dodatkowego systemu ostrzegania kierowców na poprawę bezpieczeństwa na przejazdach kolejowych. Seminarium wydziałowe, Politechnika Radomska, Wydział Transport i Elektrotechniki, czerwiec 2011 r.

- Możliwość wykorzystania publicznych systemów sieci otwartych w innowacyjnych systemach sterowania. VIII Polski Kongres ITS 26-27.05.2013, (współautor prezentacji Andrzej Toruń),
- SITK VII Konferencja Naukowo-Techniczna "Otwarty Rynek Kolejowy w Polsce", Warszawski Dom Technika NOT z prezentacją pt: Zastosowanie nowych technologii teleinformatycznych do poprawy bezpieczeństwa na przejazdach kolejowych" Warszawa 27.11.2013
- Koncepcja systemu ostrzegania kierowców na niestrzeżonych przejazdach kolejowych. IX Polski Kongres ITS 16-17.05.2016, (współautor prezentacji Andrzej Toruń),
- Integrated information management system, as a method of improving the effectiveness of carrying out rescue operations at railway accidents. WCRR 2019, 12th World Congress on Railway Research, 28.10-01.11.2019 Tokyo, Japan. (współautor prezentacji Andrzej Toruń), referat recenzowany, zamówiony do wygłoszenia w ramach kongresu, prezentowany również w skróconej wersji na posiedzeniu plenarnym IRRB (International Railway Research Board) UIC w dniu 27.01.2019

Działam w organizacji naukowo – technicznej „Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji” – Koło przy Instytucie Kolejnictwa (od 2015r. – obecnie), gdzie wnoszę wiedzę z zakresu bezpieczeństwa systemów sterowania ruchem kolejowym i popularyzuję naukę przy okazji różnych wydarzeń.

7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej

7.1 Realizacja projektów naukowych w ramach współpracy z jednostkami przemysłowymi

Przed doktoratem

1. ESTER – ekonomiczny system zdalnego sterowania i kierowania ruchem kolejowym. UDA-PIG.01.04.00-14-015/08; UDA-POIG.04.01.00-14-015/08. 2009-2013. Projekt realizowany był z Instytutem Kolejnictwa, Z.A. KOMBUD S.A. (partner z przemysłu) wykonawca poszczególnych zadań; zasadniczy obszar badawczy habilitantki dotyczył analizy bezpieczeństwa transmisji danych w systemie.

Po doktoracie

2. System automatycznego prowadzenia pojazdów szynowych klasy CBTC, wykorzystujący unikalne połączenie dwukierunkowej bezprzewodowej transmisji danych oraz komponentów interoperacyjnego systemu kolejowego ETCS, zwiększający poziom wydajności i bezpieczeństwa w aglomeracyjnym transporcie szynowym – POIR.01.01.01-00-0276/17. Projekt realizowany z Wydziałem Transportu Politechniki Warszawskiej, Rail-Mil (partner z przemysłu).
3. Standaryzacja wybranych interfejsów komputerowych urządzeń i systemów sterowania ruchem kolejowym (srk). – POIR.04.01.01-00-0005/17 (Instytut Kolejnictwa, Rail-Mil). Projekt NCBiR realizowany przez Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, Rail-Mil (partner z przemysłu) w latach 2018 – 2022. Wykonawca poszczególnych zadań; zasadniczy obszar badawczy habilitantki dotyczył kwestii badań symulacyjnych wykonanych z wykorzystaniem modelu interfejsu IXL-LB pomiędzy zależnościami stacyjnymi i blokadą liniową. Celem badań symulacyjnych było zweryfikowanie przyjętych wymagań funkcjonalnych wynikających ze specyfikacji standardu dla interfejsu: zależnościami stacyjne - blokada liniowa. Oraz poprawności wymiany danych z wykorzystaniem opracowanego standardu transmisji danych typu UDPS opracowanych w ramach etapów 2 i 3 realizowanego projektu NCBiR. W wyniku realizacji projektu powstał szereg publikacji naukowych, w tym także współautorskie habilitantki z pracownikami Politechniki Warszawskiej (prof. M. Jacyną).
4. Projekt pt: „Energooszczędny System Elektrycznego Ogrzewania Rozjazdów z adaptacyjną dystrybucją mocy grzewczej”, nr projektu BRIK-II/0036/2022, finansowanie NCBiR, realizowany przez Instytut Kolejnictwa w konsorcjum z Zakłady Automatyki i urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o. o., Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej. Projekt w realizacji 01-12-2022 do 30-11-2025. Charakter udziału: wykonawca zadań, specjalista B+R ds. analiz i modelowania matematycznego układów elektronicznych.
5. Współpraca przy opracowaniu standardów technicznych dotyczących szczegółowych warunków technicznych dla budowy infrastruktury kolejowej Centralnego Portu Komunikacyjnego (CPK) – wytyczne projektowania. Zakres pracy zespołu habilitantki dotyczył zadania: sterowanie ruchem kolejowym (Tom VI) – na wszystkich trzech etapach oraz zadania dotyczącego łączności przewodowej

i bezprzewodowej oraz transmisji danych (osoba odpowiedzialna). Zleceniodawca: Centralny Port Komunikacyjny sp. z o. o. 2020 – 2023r. (projekt zrealizowany).

7.2 Realizacja prac badawczych na rzecz przemysłu

Przed doktoratem

rok 2010

1. (współautor) Weryfikacja dokumentu: SZP-1 - System zabezpieczania przejazdów, analiza uszkodzeń, transmisja”-uwzględniająca aktualną konfigurację i zasady pracy systemu SZP-1 oraz wymagane normy w tym EN 50 159:2009 dla Zakładu Automatyki KOMBUD S.A,
2. (współautor) Opracowanie opinii dotyczącej wykorzystania sieci otwartych w systemach sterowania ruchem kolejowym proponowanych przez firmę Bombardier (ZWUS). Dla firmy Bombardier na zlecenie AR-go Badania Naukowe Systemy Przemysłowe i Budowlane, listopad 2010.
3. (autor) „Weryfikacja dokumentacji technicznej napędu zwrotnicowego typu SP 12 U produkcji Termotron w odniesieniu do norm obowiązujących w UE w aspekcie dopuszczenia do stosowania w warunkach kolei polskich”. Dla firmy Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o.o.
4. (autor) „Weryfikacja dokumentacji technicznej systemu licznika osi UniAC1”. Dla firmy Voestalpine TENS Sp. z o.o.

Po doktoracie

5. 4589.24/10 Ocena techniczna zastosowania liczników poleceń specjalnych Kuebler typu K 06.20, K 07.20 oraz Baumer typu F102 w miejscu liczników AW12. TELEKOM-OLESZNO. Lucyna Bester (Sokołowska)
6. 4595.04/10 System zabezpieczenia przejazdu typu SZP-1. Program prób eksploatacyjnych. Opinia techniczna. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. - Lucyna Bester (Sokołowska)

rok 2015

7. 4589.28/10 Ocena techniczna zastosowania liczników poleceń specjalnych Kuebler typu L06.20 w miejsce liczników AW12. SIG-MONT 2015 - Lucyna Bester (Sokołowska)
8. 4768.01/10 Badanie systemu ssp CLX kategorii A(E), B i C dla potrzeb uzyskania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji – Etap I. Thales 2016 - Lucyna Bester (Sokołowska)
9. 5467/10 Badania techniczne i opinia techniczna na potrzeby uzyskania certyfikatu zgodności dla samoczynnej sygnalizacji przejazdowej typu KSP-7M produkcji WiP MONAT - Lucyna Bester (Sokołowska)
10. 7250.01/10 System sygnalizacji przejazdowej LEXIS_PL_A, Prvni Signalni 2016 - Lucyna Bester (Sokołowska)

rok 2017

11. 4824.17 Opinia techniczna powiązania blokady CBL 2010 z urządzeniami stacyjnymi HSS.01.2 produkcji Telekom Oleszno na stacji Julianka, SIG-MONT Sp. z o. o. - Lucyna Sokołowska
12. 4824.14/10 Opinia techniczna. Układ powiązania blokady CBL 2010 na automatycznym posterunku odstępowym (AOP) z sygnalizacją przejazdową typu SPA-5 2A w km 53,495 w miejscowości Męka na szlaku Zduńska Wola – Sieradz. SIG-MONT Sp. z o. o. - Lucyna Sokołowska
13. 7250.02/10 Opinia techniczna w sprawie wprowadzenia zmian w systemie sterowania ruchem kolejowym typu MODEST-GEMINI, Prvni Signalni - Lucyna Sokołowska
14. 4826.13/10 Opinia techniczna o układzie powiązania systemu RHR-A z systemem EBILock 950, Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. - Lucyna Sokołowska
15. 4826.02/10 Raport z oceny bezpieczeństwa zgodnie ze wspólną metodą oceny bezpieczeństwa wg rozporządzenia komisji (WE) NR 352/2009/WE dla liczników systemów kontroli niezajętości typu SKZR i SKZR-2. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. - Lucyna Sokołowska
16. 4826.11/10 Raport z testów i opinia techniczna ws. MOR-1.01 UPK-PAT, Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. - Lucyna Sokołowska

17. 4826.09/10 Raport z testów i ocena zmian w systemie RASP-4.4Ft, Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. - Lucyna Sokołowska
18. 4826.08/10 Raport z testów i ocena zmian w systemie sygnalizacji przejazdowej typu RHR-A, Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. - Lucyna Sokołowska
19. 4826.07/10 Raport z testów i opinia techniczna o powiązaniu sygnalizacji przejazdowej RASP-4.4Ft ze stacyjnymi urządzeniami mechanicznymi, Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. - Lucyna Sokołowska
20. 4769.08/10 Raport z badań funkcjonalnych w warunkach normalnej pracy i symulowanych usterek X1-REL, RAIL-MIL Sp. z o. o., Sp. Komandytowa, - Lucyna Sokołowska
21. 4769.06/10 Raport z badań bezpieczeństwa kart: X1-ZEZW, X1-SW14, COMP-ZWR, RAIL-MIL Sp. z o. o., Sp. Komandytowa, - Lucyna Sokołowska

rok 2018

22. 5947.01/10 Sprawozdanie z funkcjonalnych badań laboratoryjnych w zakresie wykonywalności poleceń i meldunków do sterowania elementami zewnętrznymi ssp PERUN. ELESTER Sp. z o.o. - Lucyna Sokołowska
23. 5947.02/10 Komputerowy system sygnalizacji przejazdowej PERUN Ramowy Program Prób Eksploatacyjnych. ELESTER Sp. z o.o. - Lucyna Sokołowska
24. 5523/10 Samoczynna sygnalizacja przejazdowa typu XSafe. Opinia techniczna. Kolster sp. z o.o. – Lucyna Sokołowska
25. 5468/10 Komputerowy System Sygnalizacji Przejazdowej KSP-7M. Opinia techniczna. Monat – Lucyna Sokołowska
26. 4826.13/10 Układ powiązania systemu RHR-A z systemem EBI Lock 950 wersja 4. Opinia Techniczna. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. – Lucyna Sokołowska
27. 4769.10/10 Opinia w sprawie wprowadzenia zmian w module COMP-ZWR /modyfikacja obwodu kontroli położenia związane ze zmianami w układzie ochrony przepięciowej/ Opinia Techniczna. – Lucyna Sokołowska
28. 4769.11/10 Opinia w sprawie wprowadzenia zmian w systemie sterowania ruchem kolejowym typu ILTOR-2/ Nr świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu:

U/2011/0295/ Opinia Techniczna. Kolejowe Zakłady Automatyki KZA S. A.
Katowice - Lucyna Sokołowska

29. 4769.06/10 Moduł X1-SwI4 Badania pracy przekaźników w warunkach występowania
usterek. Rail – Mil Sp. z o. o. - Lucyna Sokołowska

rok 2019

30. 000032/10 Nadzór nad poligonem i ocena systemu telewizji przemysłowej firmy DR-
TECH Sp. z o.o. na przejazdy kolejowo-drogowe kat. B – DR-TECH – Lucyna
Sokołowska

31. 000034/10 Nadzór nad poligonem i ocena systemu telewizji przemysłowej typu TVIP-
1M firmy MONAT na etapie eksploatacji próbnej – MONAT – Lucyna Sokołowska

32. 000115Raport z badań funkcjonalnych i opinia techniczna ws. dopuszczenia do
eksploatacji komputerowego systemu sygnalizacji przejazdowej typu PERUN. Elester
PKP Sp. z o.o. - Lucyna Sokołowska

33. 000239 Raport z badań eksploatacyjnych oraz opinia techniczna dla napędu
rogatkowego typu NRE-1, Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. - Lucyna
Sokołowska

34. 000250 Opinia techniczna dotycząca interfejsu cyfrowego dla powiązania systemu
MOR-3 z RBC, Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. - Lucyna Sokołowska

35. 000380/10 Ocena techniczna nowego typu interfejsu przekaźnikowego do współpracy
systemu samoczynnej sygnalizacji przejazdowej RASP-4Ft z komputerową blokadą
liniową CBL 2010 Z.A. Kombud S.A. – Lucyna Sokołowska

36. 000485 Opracowanie opinii technicznej o powiązaniu systemu MOR-3 z systemem
blokady liniowej typu Eap-05. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. - Lucyna
Sokołowska

37. 000493 Opinia techniczna o systemie urządzeń przekaźnikowych typu E, w których
zastosowano przekaźniki typu ERE i JRF. Przedsiębiorstwo EL-IN Sp. z o.o., -
Lucyna Sokołowska

38. 000596/10 Opracowanie opinii technicznej o powiązaniu urządzeń przejazdowych
typu SPA-5 z urządzeniami stacyjnymi typu MOR-3 – Z.A. Kombud S.A. – Lucyna
Sokołowska

39. 000624/10 Przeprowadzenia badań bezpieczeństwa karty X2-CMP-EVAL – Rail-Mill Computers – Lucyna Sokołowska
40. 000670 Opinia techniczna dla systemu sygnalizacji przejazdowej typu SPA-5 wersja 01 na zgodność z Listą Prezesa UTK, BOMBARDIER TRANSPORTATION (ZWUS) Polska - Lucyna Sokołowska
41. 000698 Weryfikacja układu powiązań ssp typu RASP-4.4 Ft z urządzeniami stacyjnymi. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. - Lucyna Sokołowska
42. 000981/10 Opracowanie opinii technicznej o powiązaniu systemu nastawnicy komputerowej typu ESA - 44PL z systemem zabezpieczenia przejazdów kolejowych typu BUES 2000 (kat. A i B/C) – Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o.o. – Lucyna Sokołowska
43. 001050/10 Wykonanie niezbędnych testów i wydanie opinii dla układu powiązań systemu komputerowych urządzeń stacyjnych typu MOR-3 z systemem liczenia osi UniAC2 – Z.A. Kombud S.A. – Lucyna Sokołowska
44. 001111/10 Opracowanie opinii technicznej po sprawdzeniach funkcjonalności UZK typu BUES /ZSB po implementacji nowych funkcjonalności Scheidt & Bachmann - Lucyna Sokołowska
45. 001357/10 Ocena wpływu implementacji interfejsu do RBC na system nastawnicy typu MOR-3 Z.A Kombud S.A. – Lucyna Sokołowska
46. 001369/10 Opinia techniczna nt. interfejsu pomiędzy systemami MODEST-GEMINI a systemem sygnalizacji przejazdowej typu KSP-7M Prvni Signalni – Lucyna Sokołowska
47. 001398/10 Opracowanie opinii technicznej w zakresie współpracy systemu sterowania ruchem kolejowym typu ISKRA z urządzeniami sygnalizacji przejazdowej RASP-4Ft. Elester – PKP Sp. z o.o. – Lucyna Sokołowska
48. 001528/10 Ocena współpracy eksploatowanych na CMK systemów MOR-3 z ETCS poziom 2 Z.A. Kombud S.A. – Lucyna Sokołowska
49. 001705/10 Opracowanie opinii technicznej dla systemu BUES 2000 po wprowadzeniu zmian w oprogramowaniu Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o.o. – Lucyna Sokołowska

lata 2020r. 2025 (aktualnie)

50. 000035/10 System automatycznego prowadzenia pojazdów szynowych klasy CBTC, wykorzystujący unikalne połączenie dwukierunkowej bezprzewodowej transmisji danych oraz komponentów interoperacyjnego systemu kolejowego ETCS, zwiększający poziom wydajności i bezpieczeństwa w aglomeracyjnym transporcie szynowym – Rail – Mil - Andrzej Toruń Lucyna Sokołowska
51. 000097/10 Badania laboratoryjne cyfrowego systemu monitoringu wizyjnego dla przejazdów kolejowych kat.A typu SMOK-21P-A w zakresie przewidzianym dla uzyskania świadectwa dopuszczenia UTK - Etap II. KZŁ Bydgoszcz – Lucyna Sokołowska
52. 000105/10 Badania laboratoryjne cyfrowego systemu monitoringu wizyjnego dla przejazdów kolejowo-drogowych w wersji IPTV Pro-A w zakresie przewidzianym dla uzyskania świadectwa dopuszczenia UTK -Etap I i Etap II. PRORAIL - Łukasz Sobczak – Lucyna Sokołowska
53. 000125/10 Badania i dopuszczenie do stosowania na kolejach polskich nastawnicy ESA 44 PL – AZD Praha – Lucyna Sokołowska
54. 000528/10 Ocena zmiany w systemie nastawnicy MOR-3 polegającej na realizacji funkcji związanych z występowaniem zwrotnic w środku toru przejazdowo-odjazdowego – Z.A. Kombud S.A. – Lucyna Sokołowska
55. 000616/10 Opinia techniczna dotycząca interfejsów cyfrowych pomiędzy systemem CBL 2010 z APO a systemami sygnalizacji przejazdowej typu RASP-4.4 Ft i SZP-1 SIG-MONT sp. z o.o. – Lucyna Sokołowska
56. 000925/10 Opracowanie opinii technicznej o sposobie realizacji uzależnienia doraźnego zwalniania przebiegów pociągowych od zajętości odcinków zbliżania Z.A. Kombud S.A. – Lucyna Sokołowska
57. 001186/10 Opracowanie opinii technicznej dotyczącej interfejsu przekaźnikowego pomiędzy systemem blokady liniowej CBL2010 a systemem przejazdowym BUES 2000 planowanym do zabudowy w APO Dobroń. SIG-MONT sp. z o.o. – Lucyna Sokołowska

58. 001659/10 Wykonanie niezbędnych testów i wydanie opinii dla potrzeb uzyskania bezterminowego świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu dla systemu powiadamiania dróżnika przejazdowego typu PDP. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. – Lucyna Sokołowska
59. 001705/10 Opracowanie opinii technicznej dla systemu BUES 2000 po wprowadzeniu zmian w oprogramowaniu. Scheidt & Bachmann Poland – Lucyna Sokołowska
60. 001753/10 Opinia techniczna nt. interfejsu pomiędzy systemami MODEST-GEMINI a systemem sygnalizacji przejazdowej SPA-5. První Signální, a.s.– Lucyna Sokołowska
61. 001760/10 Opinia techniczna nt. interfejsu pomiędzy systemami MODEST-GEMINI a systemem blokady liniowej typu Eac. První Signální, a.s. – Lucyna Sokołowska
62. 001842/10 Opracowanie opinii technicznej dla systemu BUES 2000 po implementacji nowej karty IN/OUT BG V.4. Scheidt & Bachmann Poland – Lucyna Sokołowska
63. 001843/10 Opracowanie opinii technicznej dla systemu BUES 2000 po implementacji nowej karty STRENET BG V.6. – Lucyna Sokołowska
64. 001876/10 Opracowanie opinii technicznej dla interfejsu blokady zintegrowanej ITZZ z urządzeniami stacyjnymi CBP-83 – Lucyna Sokołowska
65. 001881/10 Udział w badaniach eksploatacyjnych i opracowanie opinii technicznej dla potrzeb uzyskania świadectwa bezterminowego dopuszczenia do eksploatacji dla typu urządzenia : system automatycznego prowadzenia pojazdów szynowych CBTC, wykorzystujący unikalne połączenie dwukierunkowej bezprzewodowej transmisji danych oraz komponentów interoperacyjnego systemu kolejowego ETCS, zwiększający poziom wydajności i bezpieczeństwa w aglomeracyjnym transporcie szynowym – Rail – Mil Sp. z o.o. – Lucyna Sokołowska
66. 001889/10 Opracowanie opinii technicznej w zakresie powiązania systemu ESA 44 PL z systemem przejazdowym SPM-1 z napędami rogatkowymi typu JEGD 5001 – Lucyna Sokołowska
67. 001927/10 Opinia techniczna w sprawie zmiany wprowadzonej w systemie typu RASP-4.4Ft. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. – Lucyna Sokołowska
68. 001973/10 Wykonanie niezbędnych testów i wydanie opinii dla układu powiązań systemu komputerowych urządzeń stacyjnych typu MOR-3 z systemem samoczynnej

- sygnalizacji przejazdowej typu BUES 2000. Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o. o . –
Lucyna Sokołowska
69. 002011/10 Wykonanie badań terenowych i opracowanie raportu z badań dla systemu sygnalizacji przejazdowej typu XSafe po zmianie oprogramowania. Kolster sp. z o.o. – Lucyna Sokołowska
70. 002032/10 Opracowanie opinii technicznej w zakresie możliwości zastosowania czujnika koła RSR 180 w systemie liczenia osi typu FAdC – Frauscher – Lucyna Sokołowska
71. 002072/10 Opracowanie opinii technicznej dotyczącej wpływu powiązania kodera LEU z systemem ssp BUES 2000 (karta RAB) produkcji S&B na działanie urządzeń przejazdowych. Scheidt & Bachmann Poland – Lucyna Sokołowska
72. 002097/10 Opracowanie opinii technicznej o systemie SZP-1 po wprowadzeniu zmian. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. – Lucyna Sokołowska
73. 002104/10 Opracowanie opinii technicznej dotyczącej interfejsu powiązań komputerowego systemu typu PERUN ze stacijnymi komputerowymi i przekaźnikowymi systemami sterowania ruchem kolejowym. ELESTER Sp. z o.o. – Lucyna Sokołowska
74. 002107/10 Opracowanie opinii technicznej dla systemu BUES 2000 po implementacji nowej karty typu BUES ACUSTIC V.2. Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o. o . – Lucyna Sokołowska
75. 002108/10 Opracowanie opinii technicznej dla systemu BUES 2000 po implementacji czujnika AZSB 300. Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o. o . – Lucyna Sokołowska
76. 002153/10 Opracowanie opinii technicznej o systemie BUES 2000 po implementacji nowej karty Signal BG - wersja 5. Scheidt & Bachmann Poland – Lucyna Sokołowska
77. 002154/10 Opracowanie opinii technicznej o systemie BUES 2000 po implementacji karty procesora modułowego (MP) - wersja 3. Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o. o . – Lucyna Sokołowska
78. 002155/10 Opracowanie opinii technicznej o systemie BUES 2000 po implementacji nowej wersji oprogramowania PDL 50.06. Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o. o . – Lucyna Sokołowska

- 79.002156/10 Opracowanie opinii technicznej dotyczącej UZK (urządzenie zdalnej kontroli) po zmianie oprogramowania. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. – Lucyna Sokołowska
- 80.002186/10 Opracowanie opinii technicznej dotyczącej współpracy systemu MOR-3 z systemem licznikowej kontroli niezajętości torów i rozjazdów typu FAdC. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. – Lucyna Sokołowska
- 81.002362/10 Analiza i ocena zapisów archiwum zdarzeń urządzeń UZK wybranych przejazdów kolejowo-drogowych z systemem RASP-4F. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. – Lucyna Sokołowska
- 82.002464/10 Opracowanie opinii technicznej w zakresie powiązania komputerowego systemu stacyjnych urządzeń srk typu ESA 44-PL ze zintegrowanym urządzeniem blokady liniowej ESTW L90 5 – AZD Praha – Lucyna Sokołowska
- 83.002465/10 Opinia techniczna w zakresie powiązania komputerowego systemu urządzeń stacyjnych typu ESA 44-PL ze zintegrowanym urządzeniem blokady liniowej INTLB EBI Lock 905 – AŽD Praha – Lucyna Sokołowska
- 84.002535/10 Przeprowadzenie badań systemu PDP w celu uzyskania dopuszczenia do stosowania PKP PLK S.A. zgodnie z wymaganiami procedury SMS-PW-17 Z.A. Kombud S.A. – Lucyna Sokołowska
- 85.002603/10 Opracowanie opinii technicznej dla interfejsu systemu przejazdowego typu BUES 2000 firmy Scheidt & Bachmann z koderem LEU 2000 produkcji Alstom ZWUS – Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o.o. – Lucyna Sokołowska
- 86.002867/10 Wykonanie niezbędnych testów funkcjonalnych i środowiskowych oraz opracowanie opinii technicznej o napędzie rogatkowym NRE-1 po zmianie sterownika. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. – Lucyna Sokołowska
- 87.002961/10 Opracowanie opinii technicznej nt. współpracy systemu sygnalizacji przejazdowej typu SZP-1 (w zastosowaniu dla przejazdów kat. A) z mechanicznymi urządzeniami stacyjnymi z sygnalizacją świetlną Z.A. Kombud S.A. – Lucyna Sokołowska
- 88.003097/10 Opinia techniczna interfejsu urządzeń stacyjnych SZP-ST, Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. – Lucyna Sokołowska

89. 003331/10 Niezależna ocena bezpieczeństwa (ISA) dla systemu powiadamiania dróżnika przejazdowego typu PDP. Zakłady Automatyki KOMBUD S. A. – Lucyna Sokołowska
90. 003367/10 Opracowanie opinii technicznej dotyczącej analogowego interfejsu wieloodstępowej blokady liniowej typu ESTW produkcji Thales dla systemu ISKRA w zakresie analogowej realizacji zależności sygnałów blokady w systemie ISKRA oraz analogowego sterowania z pulpitu systemu ISKRA – Elester Sp. z o.o. – Lucyna Sokołowska
91. 003614/10 Opracowanie opinii technicznej ws zmian wprowadzonych w systemie ESA 44-PL w zakresie współpracy z SPA-5/SPR-2 – AZD Praha – Lucyna Sokołowska
92. 003644/10 Audyt bezpieczeństwa teleinformatycznego w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. - etap I, obejmujący: bezpieczeństwo topologii środowiska i sieci; komputerowe systemy sterowania ruchem kolejowym; systemy łączności. – PKP PLK S.A. – Lucyna Sokołowska
93. 3725/10 Przeprowadzenie badań oraz opracowanie opinii technicznej po wprowadzeniu nowych urządzeń do systemu TVUZ – KZA Lublin – Lucyna Sokołowska
94. 003990/10 Opracowanie opinii technicznej dotyczącej współpracy systemu zabezpieczenia przejazdu typu SZP-1 kat. C z urządzeniami przekaźnikowymi typu E – Z.A. Kombud S.A. – Lucyna Sokołowska
95. 004297/10 Opinia techniczna nt. sygnalizatora drogowego typu SD-1E/SD-2E na zgodność z wymaganiami określonymi w „Wymaganiach na systemy zabezpieczenia ruchu na przejazdach kolejowo-drogowych i przejściach Ie-119”, Elester PKP Sp. z o.o. - Lucyna Sokołowska
96. 004316/10 Opinia techniczna ws. zmiany skrócenia czasu reakcji komputerowego systemu sygnalizacji przejazdowej PERUN, Elester Sp. z o. o. – Lucyna Sokołowska
97. 004407/10 Opinia techniczna po zmianach w systemie telewizji przemysłowej TVUZ-1, KZA Przedsiębiorstwo Automatyki i Telekomunikacji S. A. - Lucyna Sokołowska
98. 004408/10 Opinia techniczna dla systemu BUES2000 w wersji oprogramowania PDL 50.07, Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o. o. – Lucyna Sokołowska

99. 004450/10 Opinia techniczna ws. modułu MKZ (moduł kontroli załączenia) w systemie BUES2000 (PDL 50.07), Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o. o. – Lucyna Sokołowska
100. 004636/10 Opracowanie opinii o funkcjonowaniu systemów RASP-4 i RASP-4Ft po zaimplementowaniu korekty w algorytmie detekcji pojazdów kolejowych w samoczynnej sygnalizacji przejazdowej Z.A. Kombud S.A. – Lucyna Sokołowska

7.3 Opieka nad magistrami, inżynierami, doktorantami

1. Janusz Grzesiak „Analiza i ocena modernizacji linii kolejowej nr 71 Ocice - Rzeszów. UT-H Radom, WTiE, obrona w dniu 16-06-2014, 2 stopień
2. Dariusz Bochenek „Badanie i ocena modernizacji linii kolejowej wraz z obiektami inżynieryjnymi linii 96 Tarnów - Leluchów w aspekcie oddziaływania na środowisko”. UT-H Radom, WTiE, obrona w dniu 16-06-2014, 2 stopień
3. Damian Adamiec „Laserowa transmisja danych – Przykłady implementacji zastosowania”. Kierunek: Elektronika i telekomunikacja, Specjalność: Łączność bezprzewodowa. UT-H Radom, WTiE 2016, 1 stopień.
4. Marek Grzyb „Połączenie bezprzewodowe routerów Wi-Fi (stanowisko lab.)”. Kierunek: Elektronika i telekomunikacja, Specjalność: Łączność bezprzewodowa UT-H Radom, WTiE 2016, 1 stopień.
5. Michał Mateusz Kowalski „Współpraca sieci sensorów z platformą Android”. Kierunek: Elektronika i telekomunikacja, Specjalność: Łączność bezprzewodowa UT-H Radom, WTiE 2016, 1 stopień.
6. Karol Urbański „Przegląd zastosowań RFID w branży kolejowej” UT-H Radom, WTiE, obrona w dniu 12.06.2017r. Kierunek Transport, specjalność: sterowanie ruchem w transporcie kolejowym, 1 stopień.
7. Michał Grzybowski (Decyzja NR RJO15/22/DP/23/24 Gliwice dn. 21.12.2023r.). Praca pt. „Reprezentacja zależności w komputerowych systemach srk”, promotor dr hab. inż. Jakub Młyńczak, prof. uczelni, Politechnika Śląska. Promotor pomocniczy

7.4 Recenzowanie prac naukowych

1. Piotr Postek „Projekt sieci informatycznej na terenie ośrodka sportowo-rekreacyjnego” Europejska Wyższa Szkoła Informatyczno-Ekonomiczna w Warszawie, Wydział Informatyki. Recenzja z dnia 2012-11-15. Promotor prof. dr hab. Józefa Pawelca, praca inżynierska
2. Cezary Bochenek „Projekt sieci przewodowej w ośrodku sportowym” Europejska Wyższa Szkoła Informatyczno-Ekonomiczna w Warszawie, Wydział Informatyki. Recenzja z dnia 2012-11-15. Promotor prof. dr hab. Józefa Pawelca, praca inżynierska
3. Artur Duda „Systemy łączności stosowane obecnie na kolei i w przyszłości, WTiE, UTH Radom. Recenzja 23.05.2014. Promotor dr hab. inż. Andrzej Szymanek, prof. ndzw. UTH Radom. Praca dyplomowa inżynierska.

7.5 Uzyskane nagrody i wyróżnienia

1. Odznaka Honorowa „Zasłużony dla Transportu Rzeczypospolitej Polskiej”, legitymacja nr ZT-58/8/24. (17.10.2024r.)
2. Nagroda Prezesa Track Tec 2017r. za na najlepszą pracę naukową, której celem jest promowanie oraz rozwijanie wartościowych badań w zakresie transportu kolejowego - III miejsce – Lucyna Sokołowska z Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego, Transportu i Elektrotechniki w Radomiu za pracę doktorską „Analiza zintegrowanego systemu bezpieczeństwa w transporcie lądowym na przykładzie przejazdów kolejowych”.
3. Odznaczenie „Brązowym Medalem za Długoletnią Służbę”, legitymacja nr 408-2017-140. (29.09.2017r.)
4. Indywidualna Nagroda Rektora UTH III stopnia za osiągnięcia naukowe (26.11.2015r.)
5. Nagroda Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej dla najlepszej pracy doktorskiej z dziedziny „TRANSPORT” w roku akademickim 2012/2013, Nagroda Prezesa Polskich Kolei Państwowych S.A. za najlepszą pracę doktorską 2012 roku. (13.12.2013)

7.6 Inne

Doskonalenie umiejętności w obszarze naukowo-badawczym (szkolenia):

1. „Certyfikacja w transporcie kolejowym po zmianach w regulacjach prawnych”. Szkolenie w Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2013r.
2. „Procesy certyfikacyjne realizowane przez Instytut Kolejnictwa w zakresie ERTMS i urządzenia sterowania ruchem”, Szkolenie Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2014r.
3. Certificate of Training „TRE modelling & simulation solution”, Basic concepts and implementations workshop. TRE & TransLink Master Training Center, 5th December 2014, Warsaw.
4. „Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności obowiązujące od 01.01.2015r. Zmiany w stosunku do dotychczas obowiązujących dokumentów”. Szkolenie Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2015r., Certyfikat Nr MDG/2015/5/441.
5. „Wycena i ocena ryzyka w transporcie kolejowym w świetle Rozporządzenia nr 402/2013 w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka”. Szkolenie Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2016r., Zaświadczenie nr 43/S/16.
6. „Wymagania normy PN-EN ISO/IEC 17020:2012”. Szkolenie Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2016r., Zaświadczenie nr 62/S/16.
7. “The second international scientific – practical conference „The optima energy technology of transportation process”. Lwów, 22-26.05.2017. (Certyfikat)
8. „Warsztaty bezpieczeństwa transportu kolejowego”. Szkolenie Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2017r., Zaświadczenie nr 91/S/17.
9. „Technologie w budowie, utrzymaniu, eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym i łączności w kolejnictwie polskim”. Konferencja Naukowo-Techniczna, Cedzyna 13-15.09.2017. (Certyfikat)
10. „Współpraca Ośrodka Oceny Bezpieczeństwa z klientami” (szkolenie wewnętrzne). Szkolenie Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2018r., Zaświadczenie nr 76/S/18.
11. „Innowacyjne technologie w budowie, utrzymaniu, eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym i łączności w kolejnictwie polskim”. Konferencja Naukowo – Techniczna, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP Oddział w Kielcach, 13-15.06.2018. (Certyfikat)

12. „Energy – Optimal Technology, Logistic and Safety on Transport”. Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna. Lwów, 18-19.06.2018. (Certyfikat)
13. „Wprowadzenie do systemu zarządzania bezpieczeństwem”. Szkolenie Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2019r., Zaświadczenie nr 29/S/19.
14. „Podstawy miernictwa techniki świetlnej” (kurs). K&M Light technique, 15.10 - 6.12.2019. (Certyfikat).
15. „RAMS - niezawodność, dostępność, podatność utrzymaniowa i bezpieczeństwo w transporcie kolejowym”. Szkolenie Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2020r.
16. „Technika Świetlna Użytkowa” (Studia podyplomowe). Warszawa, Wydział Elektryczny, Politechnika Warszawska, 2019r.-2020r. Świadectwo z dn. 19.09.2020r.
17. „Normy RAMS”. Warsztaty, Stowarzyszenie na rzecz Interoperacyjności i Rozwoju Transportu Szynowego - SIRTIS, Warszawa 2021r.. (Potwierdzenie).
18. „Procesy certyfikacji w odniesieniu do wymagań norm PN-EN ISO/IEC 17065:2012-03, PN-E ISO/IEC 17021-1:2015-09 z uwzględnieniem procedur mających zastosowanie w procesach certyfikacji oraz omówienie procedur i wymagań w zakresie działalności jednostki wyznaczonej”. Szkolenie Instytut Kolejnictwa, 28.02.2022r.. (Potwierdzenie).
19. „XLIX Ogólnopolski symposium diagnostyka maszyn”. Politechnika Śląska –Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej, Wisła 27.02-02.03.2023. (Certyfikat).
20. „Wprowadzenie do cyberbezpieczeństwa”. Szkolenie Instytut Kolejnictwa, 17.05.2023r..
21. „Wymagania TSI oraz zmiany wprowadzone Rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2023/1694 z dnia 10.08.2023 r. zmieniającym rozporządzenia Komisji (UE): nr 321/2013, nr 1299/2014, nr 1300/2014, nr 1301/2014, nr 1302/2014, nr 1304/2014 oraz rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/777”. Szkolenie Instytut Kolejnictwa, Warszawa 22.11.2023 Zaświadczenie nr 457/Q/2023.
22. „Wymagania nowych Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności Rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2023/1695 z dnia 10.08.2023 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemów „Sterowanie” systemu kolei w Unii Europejskiej i uchylające rozporządzenie (UE) 2016/919”. Szkolenie Instytut Kolejnictwa, Warszawa 27.11.2023, Zaświadczenie nr 457/Q/2023.

23. Audyt bezpieczeństwa teleinformatycznego w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. - etap I, obejmujący: bezpieczeństwo topologii środowiska i sieci; komputerowe systemy sterowania ruchem kolejowym; systemy łączności. Instytut Kolejnictwa, 2023-2024r.
24. „Auditowanie systemów zarządzania”. Szkolenie Instytut Kolejnictwa, Warszawa 08-09.02.2024r.. Zaświadczenie nr 12/Q/2024.
25. Certificate successfully attend the TSI Open Days Workshop from 20-21 January 2025 in Warsaw. Facilitated by ERA Academy, European Union Agency for Railways. Signed date: 31.01.2025r.
26. “Wymagania w zakresie cyberbezpieczeństwa w odniesieniu do produktów z elementami cyfrowymi – obowiązki formalno – prawne i wyzwania organizacyjne i techniczne”. Zaświadczenie Stowarzyszenia na rzecz Interoperacyjności i Rozwoju Transportu Szynowego (SIRTS - organizator), Warsztaty w dniu 10.03.2025r. Warszawa.

Lucyna Sokołowska