

Politechnika Warszawska
Rada Naukowa Dyscypliny Inżynieria Lądowa,
Geodezja i Transport
ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

.....
(nazwa i dane adresowe podmiotu habilitującego,
wybranego do przeprowadzenia postępowania)

za pośrednictwem:

Rady Doskonałości Naukowej

pl. Defilad 1

00-901 Warszawa

(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Andrzej Kochan

.....

(imię i nazwisko wnioskodawcy)

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

.....

(miejsce pracy/jednostka naukowa)

Wniosek

z dnia 30.09.2023

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie¹ Inżynieria Lądowa,
Geodezja i Transport

Określenie osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia
doktora habilitowanego:

Osiągnięciem naukowym, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych,
stanowiącym istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Lądowa i Transport
określonym w art. 16. ust. 2 obowiązującej ustawy, jest autorska monografia pt.

„Teoretyczne podstawy cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS” oraz cykl powiązanych
tematycznie artykułów naukowych związanych z problematyką automatyzacji i
płynności prowadzenia pociągu.

Wnoszę – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie
wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała
uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu ~~tajnym~~/jawnym^{*2}

Zostałem poinformowany, że:

*Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w
sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej
z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa).*

Kontakt za pośrednictwem e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl , tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu.

¹ Klasyfikacja dziedzin i dyscyplin wg. rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).

² * Niepotrzebne skreślić.

Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c) Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art. 232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu przeprowadzenia postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.

Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest na stronie www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html

.....
(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

1. Wniosek przewodni – niniejszy dokument (plik Zał. 01 Wniosek przewodni Andrzej Kochan.pdf).
2. Dane wnioskodawcy (plik Zał. 02 Dane wnioskodawcy Andrzej Kochan.pdf).
3. Autoreferat (plik Zał. 03 Autoreferat Andrzej Kochan.pdf).
4. Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny (plik Zał. 04 Wykaz osiągnięć naukowych Andrzej Kochan.pdf).
5. Monografia naukowa „Teoretyczne podstawy cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS” (plik Zał. 05 Monografia Andrzej Kochan.pdf).
6. Ekspertyza uzupełniająca drugie osiągnięcie naukowe (plik Zał. 06 Ekspertyza 1 Andrzej Kochan.pdf)
7. Informacje naukometryczne Oddziału Informacji Naukowej i Analiz Biometrycznych Biblioteki Głównej PW z dn. 12.09.2023 – przed doktoratem (plik Zał. 07 Informacje naukometryczne 2010 Andrzej Kochan.pdf)
8. Informacje naukometryczne Oddziału Informacji Naukowej i Analiz Biometrycznych Biblioteki Głównej PW z dn. 12.09.2023 – po doktoracie (plik Zał. 08 Informacje naukometryczne 2023 Andrzej Kochan.pdf)
9. Zaświadczenie odbycia stażu naukowego na Wydziale Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej w Katowicach (plik Zał. 09 Staż Andrzej Kochan.pdf)
10. Kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora nauk technicznych w zakresie transportu (plik Zał. 10 Dyplom doktor Andrzej Kochan.pdf)
11. Powołanie na stanowisko Dyrektora OCT (plik Zał. 11 Dyrektor OCT Andrzej Kochan.pdf)
12. Powołanie na kierownika projektu „UrbFRail” (plik Zał. 12 Kierownik UrbFRail Andrzej Kochan.pdf)
13. Opis działalności Ośrodka Certyfikacji Transportu (plik Zał. 13 ZQ-OCT-29-K_Zakres działalności_oferta_v7_20230728_kki - podpis)
14. Katalog – Badania Innowacyjne Technologie 2021 (plik Zał. 14 Katalog - Badania Innowacje Technologie 2021.pdf)

Autoreferat

1. Imię i nazwisko: **Andrzej Kochan**.
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.
 - stopień magistra inżyniera, nadany przez Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej w roku 1999,
 - stopień doktora, nadany przez Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej w roku 2011, tytuł rozprawy doktorskiej „Metoda projektowania komputerowych systemów kierowania ruchem kolejowym”,
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

2012 – obecnie	Adiunkt	Politechnika Warszawska Wydział Transportu Zakład Sterowania Ruchem i Infrastruktury Transportu
2005-2012	Asystent	Politechnika Warszawska Wydział Transportu Zakład Sterowania Ruchem i Infrastruktury Transportu
2020-2022	Wykładowca	Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w rt.. 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.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

4.1. Istotne osiągnięcia naukowe

Swoje badania naukowe prowadzę od początku działalności na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej, gdzie zajmuję się inżynierią ruchu kolejowego w zakresie kierowania i sterowania ruchem kolejowym. Szczególną uwagę poświęcam nowoczesnym systemom realizowanym w technice komputerowej o funkcjonalnościach lokujących je w podsystemie strukturalnym Sterowanie. Moje prace dotyczą modelowania struktur tych systemów i symulacji procesów ruchowych. Praktyczne zastosowanie mają w projektowaniu i

eksploatacji Europejskiego Systemu Sterowania Pociągami (ETCS), który jest kluczowym elementem Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym (ERTMS). Ten system jest rozwiązaniem technicznym wdrażanym na obszarze całej Unii Europejskiej w celu zapewnienia interoperacyjności kolei w zakresie podsystemu Sterowanie.

Wnioskując o nadanie tytułu doktora habilitowanego chciałbym wskazać dwa istotne osiągnięcia naukowe we wskazanym obszarze. Pierwszym jest monografia „Teoretyczne podstawy cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS”, w której opisałem formalizmy matematyczne służące weryfikacji poprawności aplikacji systemu ERTMS/ETCS (w skrócie ETCS) w zakresie struktury, jak i funkcji realizowanych na rzeczywistym obszarze sieci kolejowej. Drugim osiągnięciem jest cykl powiązanych tematycznie 9 artykułów naukowych z obszaru automatyzacji i płynności prowadzenia pociągu, które pozwoliły na ukształtowanie mojego warsztatu naukowego. Zdobyte kompetencje wykorzystuję w praktycznej działalności merytorycznej jako dyrektor i ekspert Ośrodka Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej. Przykładem takiego wykorzystania jest ekspertyza dla jednego z podmiotów branży kolejowej opisana skrótowo w kolejnym punkcie oraz skuteczne przygotowanie wniosku konkursowego, które pozwolił na otrzymanie finansowania dla projektu „Cyfrowa kolej. Cyfrowy bliźniak aplikacji ETCS – wirtualne prototypowanie i symulacja scenariuszy operacyjnych”. Jednym z efektów projektu jest m.in. monografia „Teoretyczne podstawy cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS”.

Oba osiągnięcia dotyczą różnych aspektów badawczych w obszarze modelowania i symulacji aplikacji systemu ETCS i stanowią spójny wkład mojego autorstwa w rozwój dziedziny naukowej Inżynieria Lądowa i Transport w zakresie nowoczesnych systemów sterowania ruchem kolejowym.

Pierwsze osiągnięcie stanowi główny element mojego dorobku naukowego i składa się z kilku zagadnień składowych, do których należą:

- koncepcja wirtualnego laboratorium jako element infrastruktury cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS (CBAE),
- formalny model infrastruktury kolejowej CBAE w postaci Multigrafu IS,
- algorytmy weryfikacji poprawności modelu infrastruktury kolejowej,
- formalny model procesu weryfikacji aplikacji ETCS z wykorzystaniem symulacji scenariuszy operacyjnych, w tym formalna definicja:
 - scenariusza operacyjnego,

- środowiska symulacji,
- badania symulacyjnego,
- obrazu badania symulacyjnego.

Zagadnienia te stanowią spójny warsztat badawczo naukowy dla systemu ETCS, który aktualnie staje się standardem w zakresie sterowania ruchem kolejowym w całej Europie. Dzięki opracowanym rozwiązaniom mogę badać aplikacje tego systemu w środowisku wirtualnym w celu weryfikacji zgodności z wymaganiami zasadniczymi, w tym w zakresie bezpieczeństwa. Opisane osiągnięcie naukowe w znaczący sposób rozwija dyscyplinę naukową Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport otwierając nowe możliwości badań systemów sterowania ruchem kolejowym. Osiągnięcie to jest w pełni mojego autorstwa i stanowi indywidualne osiągnięcie naukowe.

Drugie osiągnięcie naukowe stanowi jednotematyczny cykl publikacji związanych z problematyką automatyzacji i płynności prowadzenia pociągu. Cykl ten składa się z następujących artykułów:

1. Kochan Andrzej: System pokładowy w modelu warstwowym systemu kierowania i sterowania ruchem kolejowym, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, vol. 107, nr 3, 2015, s. 79-87, 5 punktów, udział merytoryczny 100%
2. Koper Emilia, Kochan Andrzej: Nowoczesne rozwiązanie transportu publicznego na przykładzie systemu INNOVIA Monorail 300, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, nr 2(116), 2018, s. 47-59, 5 punktów, udział merytoryczny 50%
3. Kochan Andrzej, Koper Emilia, Ilczuk Przemysław, Gruba Łukasz: Tranzycje w systemie ERTMS/ETCS, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, vol. 121, 2018, s. 147-159, 7 punktów, udział merytoryczny 25%
4. Kochan Andrzej, Koper Emilia, Paweł Wontorski: Automatyczne prowadzenie pociągu – analiza wymagań, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, vol. 121, 2018, s. 161-170, 7 punktów, udział merytoryczny 50%
5. Koper Emilia, Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław: Wybrane zagadnienia automatyzacji prowadzenia pojazdów szynowych, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, vol. 126, 2019, s. 75-87, 20 punktów, udział merytoryczny 40%

6. Koper Emilia, Kochan Andrzej: Symulacje procesów ruchowych na linii wyposażonej w system ERTMS/ETCS w środowisku ERSA, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, nr 2(119), 2019, s.121-132, 5 punktów, udział merytoryczny 50%
7. Koper Emilia, Kochan Andrzej: Testing the Smooth Driving of a Train Using a Neural Network, Sustainability, vol. 12, nr 11, 2020, Numer artykułu: 4622, s.1-14, DOI:10.3390/su12114622, 100 punktów, IF(2,592), udział merytoryczny 50%
8. Koper-Olecka Emilia, Kochan Andrzej: APM transport system concept for CPK terminals, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 130, 2020, s. 29-42, DOI:10.5604/01.3001.0014.5101, 20 punktów
9. Szkopiński Janusz, Kochan Andrzej: Energy Efficiency and Smooth Running of a Train on the Route While Approaching Another Train, Energies, vol. 14, nr 22, 2021, s. 1-29, DOI:10.3390/en14227593, 140 punktów, IF(2,707) udział merytoryczny 50%

Prowadzone badania udokumentowane przez wskazane publikacje pozwoliły na opracowanie koncepcji praktycznego rozwiązania opisanego w ekspertyzie dla Urzędu Transportu Kolejowego pt. *„Ekspertyza możliwości eksploatacyjno-technicznych wdrożenia w Polsce ETCS poziom 1 LS na liniach kolejowych nieprzewidzianych do wyposażenia w pełną wersję ETCS poziomu 1 lub 2 w obecnym krajowym planie wdrażania TSI sterowanie”*.

4.2. Merytoryczne aspekty osiągnięć

Pierwsze osiągnięcie naukowe

Największe merytoryczne znaczenie spośród przedstawionych osiągnięć naukowych mają zagadnienia formalnego podejścia do modelowania struktury aplikacji ETCS w postaci Multigrafu IS oraz do algorytmicznej weryfikacji jej poprawności w połączeniu z formalnym modelem procesu weryfikacji aplikacji ETCS z wykorzystaniem symulacji scenariuszy operacyjnych. Zagadnienia te są opisane w monografii „Teoretyczne podstawy cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS”, która jest efektem projektu „Cyfrowa kolej. Cyfrowy bliźniak aplikacji ETCS – wirtualne prototypowanie i symulacja scenariuszy operacyjnych”. Dalej przedstawię charakterystykę tych zagadnień:

System ERTMS

Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym **ERTMS** to system wspierany przez Unię Europejską, mający na celu ujednolicenie rozwiązań technicznych w zakresie kontroli

jazdy pociągu. System ERTMS tworzą: Europejski System Sterowania Pociągami **ETCS** oraz system cyfrowej radiołączności kolejowej oparty na standardzie GSM - **GSM-R**. System ETCS jako europejski standard podsystemu Sterowanie pozwala na zapewnienie interoperacyjności pociągów na obszarach różnych zarządców infrastruktury kolejowej w Europie w zakresie systemów sterowania ruchem kolejowym.

Aplikacja ETCS

ETCS składa się z części przytorowej i części pokładowej. Aplikacja ETCS to określona konfiguracja składników systemu ETCS zainstalowanych na określonym obszarze sieci kolejowej (np. odcinku linii kolejowej) o określonym rozmieszczeniu i zdefiniowanych danych konfiguracyjnych oraz składników zainstalowanych na pociągach poruszających się w tym obszarze. Obszar taki wyznaczają granice, na których odbywa się tranzycja pociągu do obszaru ETCS lub z obszaru ETCS. Pociąg wyposażony w system ETCS przemieszczając się w tym obszarze jedzie pod nadzorem systemu ETCS. Zakres tego nadzoru w danym momencie i lokalizacji uzależniony jest od poziomu zastosowania ETCS aktywnego w danej lokalizacji oraz aktywnego trybu pracy urządzeń pokładowych. Część przytorowa aplikacji ETCS ma charakter statyczny tzn. jej konfiguracja nie zmienia się, inaczej mówiąc jej zmiana oznacza przeprojektowanie i przekonstruowanie aplikacji. Część pokładowa stanowi dynamiczną część aplikacji związaną z faktem, iż pociągi do obszaru wjeżdżają i wyjeżdżają z przedmiotowego obszaru zgodnie z rozkładem jazdy. Ich liczba jest zmienna.

Konstruowanie aplikacji ETCS rozpoczyna się od analizy wymagań organizacyjno-ruchowych określonych przez parametry oczekiwanego procesu transportowego. Dalej, na podstawie wyników analizy następuje opracowanie koncepcji rozmieszczenia urządzeń i zasad przygotowania danych konfiguracyjnych dla zidentyfikowanych zadań składowych kierowania i sterowania ruchem. Koncepcja stanowi podstawę dla projektu budowlanego i wykonawczego oraz opracowania zbiorów wartości parametrów konfiguracyjnych dla wszystkich elementów ETCS. Powstała konfiguracja jest weryfikowana i walidowana zgodnie z procesem rozwoju oprogramowania opisanym w normie PN-EN 50128. Ważnym elementem procesu weryfikacji i walidacji są testy statyczne oraz testy dynamiczne. Testy sprawdzają zgodność aplikacji ETCS z zakresem:

- wymagań organizacyjno-ruchowych,
- specyfikacji wymagań systemowych,
- zasad projektowania,

- przepisów określających zasady prowadzenia ruchu kolejowego,
- współpracy z systemem srk warstwy podstawowej,
- wymagań procesu weryfikacji WE podsystemu Sterowanie.

Testy statyczne sprawdzają poprawność wartości parametrów oraz ich wzajemne relacje. Testy dynamiczne sprawdzają realizację określonych funkcji.

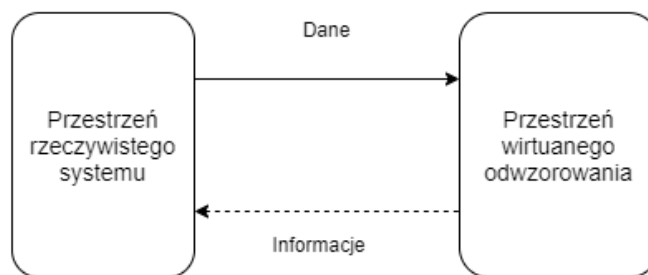
Aktualnie testy dynamiczne realizowane jako część procedury odbiorowej inwestycji, gdzie instalowany jest system ETCS przeprowadzane są z wykorzystaniem fizycznego pociągu na fizycznej infrastrukturze. W ramach testów wykonywane są jazdy, które realizują kroki scenariuszy operacyjnych. Takie podejście daje dokładną odpowiedź w stosunku do badanych elementów, ale dla bardzo ograniczonego zbioru parametrów ruchowych. Potencjalne rozszerzenie liczby prób w praktyce byłoby bardzo trudno osiągalne ze względu na:

- rozproszony geograficznie charakter aplikacji ETCS,
- organizacyjna trudność przetestowania wszystkich możliwych kombinacji parametrów konfiguracyjnych i operacyjnych,
- czas trwania takich testów,
- koszty wypożyczenia pociągu testowego, jego ubezpieczenia, zamknięć torowych skutkujących wyłączeniem infrastruktury torowej z bieżącej eksploatacji.

Dlatego też symulacja jazd testowych wydaje się być tutaj idealnym rozwiązaniem uzupełniającym. Możliwość kompresji rzeczywistego czasu operacji ruchowych, automatyzacja definiowania wariantów parametrów operacyjnych umożliwiają skrócenie czasu wykonania kompletnych testów do okresów nie zaburzających rytmu pracy nad weryfikacją, przy stosunkowo niewielkich kosztach. Przeprowadzone badania symulacyjne mogą zostać następnie zweryfikowane przez testy dynamiczne w rzeczywistych warunkach. Podobieństwo zachowania w losowo wybranych sytuacjach ruchowych potwierdza adekwatność modeli zastosowanych do przeprowadzenia testów.

Cyfrowy bliźniak aplikacji ETCS

Cyfrowy bliźniak to odwzorowanie rzeczywistego systemu w wirtualnej cyfrowej postaci, na którą składają się struktury danych i algorytmy. Koncepcja zastosowania cyfrowego bliźniaka przedstawiona jest na rys. 1.



Rys. 1 Koncepcja zastosowania wirtualnego bliźniaka (źródło: opracowanie własne).

Składa się ona z trzech podstawowych elementów:

- przestrzeni rzeczywistego systemu,
- przestrzeni wirtualnego, cyfrowego odwzorowania,
- łącza zapewniające przepływ danych pomiędzy obiema przestrzeniami.

W 2003 roku profesor Michael Grieves na prowadzonym przez siebie kursie zarządzania cyklem życia produktu (PLM) na Uniwersytecie Michigan zaproponował koncepcję wirtualnych, cyfrowych odwzorowań odpowiadających fizycznym produktom i podał jej definicję: jest to cyfrowa kopia jednego lub zestawu konkretnych urządzeń, która może abstrakcyjnie przedstawiać rzeczywiste urządzenie i może być wykorzystana jako podstawa do testowania w warunkach rzeczywistych lub symulowanych. Wtedy jeszcze nie nazwał jej cyfrowym bliźniakiem.

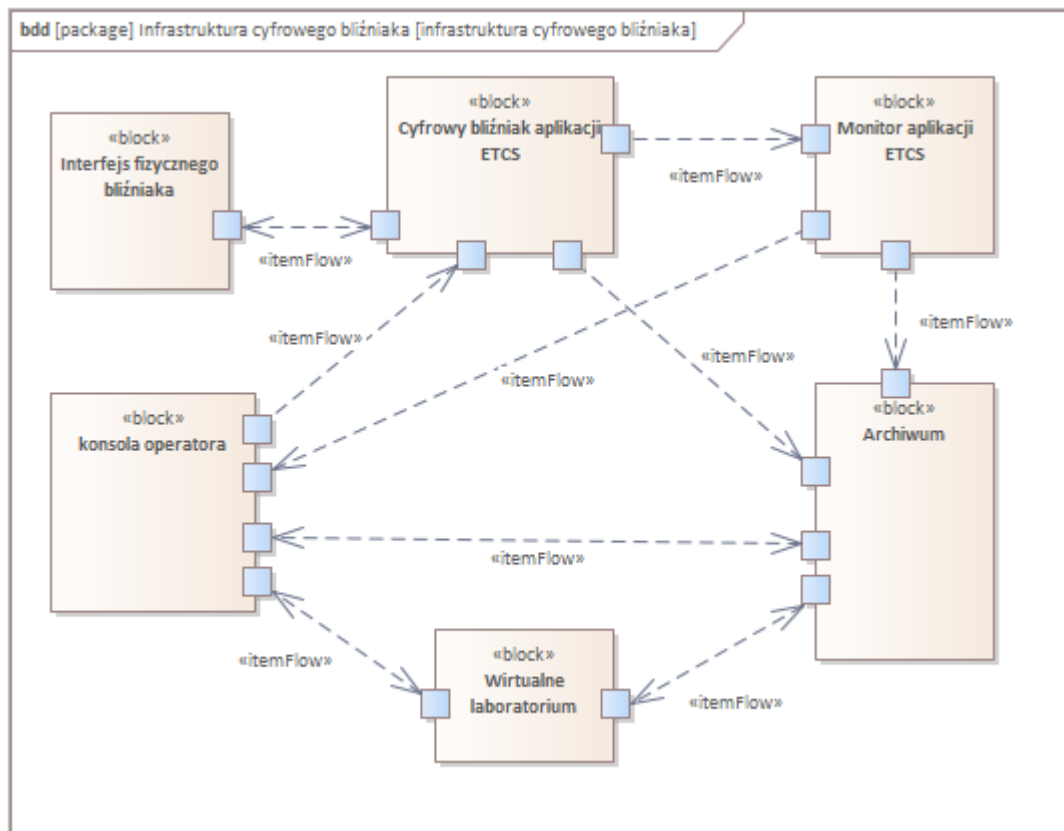
Konkretyzując definicję na potrzeby dalszych rozważań przyjęto następującą formę: Cyfrowy bliźniak systemu to cyfrowe odwzorowanie rzeczywistej struktury (modele architektury) i procesów (modele symulacyjne) zachodzących w systemie, posiadające dwukierunkową transmisję danych z/do systemu rzeczywistego oraz przechowujące dane opisujące stan aktualny i dane archiwalne, które mogą być poddawane przetwarzaniu w celu zwiększenia efektywności rzeczywistego systemu.

Opisane cechy aplikacji systemu ETCS wskazują zgodność z wymaganiami pozywającymi na zastosowanie technologii Cyfrowego Bliźniaka celem wsparcia efektywności aplikacji na każdym etapie cyklu życia (ang. life cycle phase). Przemawiają za tym:

- komputerowa/informatyczna technologia realizacji,
- istniejąca specyfikacja w postaci TSI oraz odpowiednich subsetów,

- praktyczna potrzeba cyfrowego odwzorowania związana z prowadzonymi wdrożeniami na polskiej sieci kolejowej w celu spójnego badania instalacji systemu na poszczególnych liniach,
- istotny udział symulacji komputerowej w metodyce projektowania systemu.

Cyfrowy bliźniak to komponent, który jest czystą postacią koncepcji opisanej przez Grieves'a. Jest cyfrowym odwzorowaniem wszystkich elementów, z których składa się aplikacja ETCS i jej otoczenie. Są one odwzorowane w postaci struktur danych. Struktury danych są zdefiniowane dla wszystkich rodzajów elementów aplikacji. Dla każdego fizycznego elementu utworzony jest obiekt odwzorowujący jego parametry konfiguracyjne (np. zestaw pakietów w balisie) i eksploatacyjne (np. aktualne zezwolenie na jazdę pociągu). Cyfrowy bliźniak dostarcza informacje o aktualnej konfiguracji aplikacji ETCS opisywanej przez parametry konfiguracyjne oraz o stanie aplikacji ETCS opisywanym przez parametry operacyjne poszczególnych jej składników. Pełny obraz aplikacji ETCS opisywany jest przez parametry konfiguracyjne i eksploatacyjne. Parametry konfiguracyjne definiują aplikację czyli określają właściwości systemu ERTMS/ETCS zainstalowanego w ramach tej aplikacji. Parametry operacyjne zawierają operacyjne wartości parametrów wynikające z działania aplikacji. Parametry konfiguracyjne mają charakter stały, natomiast eksploatacyjne - dynamiczny. Przykładami parametrów operacyjnych są: lokalizacje balis, zestaw pakietów balis nieprzełączalnych, profil statyczny prędkości wynikający z geometrii toru. Przykładami parametrów eksploatacyjnych są: prędkość pociągu, położenie pociągu, zestaw pakietów balis przełączalnych, stan zajętości odcinków kontrolowanych. W ujęciu abstrakcyjnym CBAE to zbiór modeli, algorytmów. Rozszerzona koncepcją cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS jest infrastruktura cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS, której obiektowy model przedstawiony



Rys. 2 Infrastruktura cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS (źródło: opracowanie własne).

jest na rys. 2. Na diagramie definicji bloków języka SysML przedstawiono komponenty infrastruktury CBAE. Należą do nich:

- Cyfrowy Bliźniak Aplikacji ETCS (CBAE) – wirtualne odwzorowanie aktualnego stanu rzeczywistej aplikacji (Fizycznego Bliźniaka),
- monitor AE – moduł weryfikacji poprawności cyfrowego bliźniaka w czasie rzeczywistym,
- archiwum/repozytorium – miejsce przechowywania danych historycznych, konfiguracyjnych i operacyjnych,
- wirtualne laboratorium – wirtualna infrastruktura badawcza dla aplikacji ETCS składająca się ze struktur danych i algorytmów symulacji oraz interfejsu operatora,
- interfejs fizycznego bliźniaka - interfejs, przez który pobierane są aktualne dane opisujące rzeczywisty system,
- konsola operatora – aplikacja komputerowa, za pomocą której operator obsługuje infrastrukturę cyfrowego bliźniaka.

Wirtualne laboratorium

Komponent wirtualnego laboratorium stanowi specjalną przestrzeń infrastruktury CBAE, której przeznaczeniem jest badanie i przetwarzanie modeli systemu rzeczywistego w celu:

- wsparcia rozwoju/projektowania aplikacji poprzez tworzenie nowych rozwiązań z wykorzystaniem wirtualnego prototypowania,
- testowania określonych właściwości aplikacji ETCS z wykorzystaniem symulacji scenariuszy operacyjnych,
- analizy zdarzeń historycznych.

Dwa pierwsze zastosowania są kluczowe w kontekście innowacyjnego podejścia do badania aplikacji ETCS i mają istotne znaczenie dla rozwoju warsztatu naukowego przestrzeni badawczej systemu ETCS. Przedmiotem badań prowadzonych w wirtualnym laboratorium CBAE mogą być różne warianty aplikacji ETCS, zarówno występujące w rzeczywistości jak i planowane lub zupełnie hipotetyczne. Wirtualne laboratorium zajmuje się badaniem wszelkich aspektów związanych z funkcjonowaniem aplikacji ETCS w całym cyklu jej życia od koncepcji po deinstalację. Wirtualne laboratorium zapewnia cyfrową infrastrukturę badawczą dla aplikacji ETCS odwzorowanej w postaci Cyfrowego Bliźniaka. Można w nim wyróżnić dwa obszary:

- modelowania,
- symulacji.

W zakresie modelowania aplikacji ETCS wirtualne laboratorium umożliwia projektowanie nowych i modyfikację istniejących struktur cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS. Powstający w ten sposób model jest elementem cyfrowego projektu srk. Proces modelowania jest tutaj ściśle powiązany z weryfikacją poprawności modelu i w takim ujęciu nazywany **wirtualnym prototypowaniem**. Weryfikacja poprawności odbywa się poprzez badanie struktur elementów aplikacji ETCS przy pomocy algorytmów sprawdzających relacje pomiędzy elementami w odniesieniu do zdefiniowanych reguł poprawności.

Mając na uwadze dotychczasowe rozważania można sformułować następującą definicję: **wirtualne prototypowanie aplikacji ETCS** to proces projektowania realizowany przez budowę modelu cyfrowego aplikacji ETCS ściśle powiązany z weryfikacją poprawności modelu/projektu poprzez badanie struktur elementów aplikacji ETCS przy pomocy algorytmów sprawdzających relacje pomiędzy elementami w odniesieniu do zdefiniowanych reguł

poprawności. Weryfikacja jest z założenia przeprowadzana automatycznie dla każdej zmiany wprowadzanej do projektu/modelu, chyba że w procesie zostaną ustalone inne zasady uruchamiania weryfikacji np.: sprawdzenie wyzwalane przez projektanta.

Celem procesu wirtualnego prototypowania jest szybki i elastyczny rozwój cyfrowego projektu aplikacji ETCS udokumentowany w sposób pozwalający na algorytmiczne, cyfrowe przetwarzanie tego projektu.

W obszarze symulacji wirtualne laboratorium pozwala na prowadzenie badań bazujących na odwzorowaniu procesu ruchu kolejowego występującego w obszarze ETCS. Symulowane procesy korzystają z modeli infrastruktury powstałych jako wynik wirtualnego prototypowania, modeli pociągów oraz modeli systemów rzeczywistych zaimportowanych z fizycznych obiektów przez interfejs fizycznego bliźniaka. Symulacja rzeczywistego procesu może realizować różne cele, ale z punktu widzenia praktycznych zastosowań najważniejszym jest weryfikacja poprawności współpracy części przytorowej i pokładowej ETCS. W procesach oceny zgodności systemu ETCS z wymaganiami zasadniczymi przyjętym schematem postępowania jest organizacja testów w postaci scenariuszy operacyjnych. Scenariusze operacyjne są ogólnie przyjętym sposobem opisu oczekiwanego zachowania systemu kolejowego (w szczególności systemu ETCS), w określonych sytuacjach ruchowych. **Możliwość symulacji scenariuszy operacyjnych** przy różnych warunkach początkowych jest kluczem do pełnej weryfikacji spójności i poprawności aplikacji ETCS.

Przypomnijmy, że scenariusz operacyjny to określona sekwencja zdarzeń zachodzących w systemie uzupełniona opisem warunków początkowych, opisem relacji pomiędzy tymi zdarzeniami oraz opisem reakcji poszczególnych składników systemu na zdarzenia.

W wirtualnym laboratorium systemem jest aplikacja ETCS. W scenariuszach operacyjnych jest uwzględnione również otoczenie aplikacji ETCS, które tworzą układ torowy (topologia), urządzenia przytorowe, centrum sterowania, pociągi, rozkład jazdy.

Symulacja jest definiowana w słowniku języka polskiego jako sztuczne odtwarzanie właściwości danego obiektu lub zjawiska za pomocą jego modelu, natomiast symulacja komputerowa jako badanie zachowania się obiektów rzeczywistych na podstawie obserwacji działania programów komputerowych symulujących to zachowanie. To ujęcie w pełni odpowiada procesowi symulacji scenariuszy operacyjnych.

Symulację scenariusza operacyjnego należy rozumieć jako badanie zachowania się i współpracy elementów ETCS na podstawie obserwacji działania programów komputerowych odwzorowujących zachowanie elementów aplikacji ETCS i jej otoczenia w wyniku symulacji jazdy pojedynczego lub wielu pociągów wg rozkładu jazdy stanowiącego element otoczenia aplikacji ETCS.

Matematyczny model infrastruktury obejmującej aplikację ETCS i jej otoczenie

Ogólne założenia

Wymagania funkcjonalne infrastruktury CBAE wskazują na istotną rolę dokładnego odwzorowania rzeczywistych struktur jakie tworzą elementy infrastruktury kolejowej.

Przy doborze matematycznego aparatu dla modelowania opisanych rozwiązań należy wziąć pod uwagę potrzebę odwzorowania dużej różnorodności elementów systemu oraz relacji występujących pomiędzy nimi. Dodatkowo model matematyczny powinien mieć charakter otwarty pozwalający na swobodne rozszerzanie swoich struktur w celu uwzględnienia odwzorowania rzeczywistych elementów, które pojawią się w przyszłości. Na aktualnym etapie rozwoju koncepcji, matematyczny model opisuje topologię, geometrię i infrastrukturę funkcjonalną w określonym zakresie.

Głównym zadaniem stawianym przed algorytmami wirtualnego prototypowania jest weryfikacja poprawności konfiguracji infrastruktury torowej i aplikacji ETCS w części przytorowej. Działanie to w dużej mierze składa się z wyszukiwania odpowiednich elementów i badania relacji pomiędzy nimi.

Ze względu na praktyczny charakter koncepcji CBAE wybrany model matematyczny powinien charakteryzować się łatwością implementacji w postaci struktur danych komputerowych. Struktury te powinny pozwalać na:

- dużą szybkością analizy właściwości modelu,
- rozszerzalność o nowe elementy,
- oszczędne wykorzystanie pamięci operacyjnej.

Należy zwrócić uwagę, że konfiguracja infrastruktury torowej ma charakter statyczny, dlatego też warto zbudować złożoną strukturę danych pozwalającą na tworzenie prostszych i szybszych algorytmów operujących na niej.

Mając na uwadze wymienione uwarunkowania do modelowania matematycznego struktury CBAE zastosowano multigraf, który będzie złożeniem wielu grafów odwzorowujących różne właściwości elementów infrastruktury kolejowej.

Multigraf infrastruktury kolejowej

Meta model Multigrafu IS

Elementy składowe

Matematyczny model infrastruktury kolejowej w postaci multigrafu (nazywanego **multigrafem infrastruktury kolejowej**) oznaczony będzie jako IS . Multigraf IS jest częścią struktury danych cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS. Zbiór wierzchołków $V(IS)$ modeluje elementy infrastruktury kolejowej. Zbiór krawędzi $E(IS)$ modeluje relacje pomiędzy elementami. W tych zbiorach wyróżnione są podzbiory odpowiadające odpowiednio różnym rodzajom elementów oraz relacji. Podzbiory oznaczane są przy pomocy kolorów. Kolory relacji (krawędzi) wyznaczają podgrafy Multigrafu IS . Podgrafy modelujące wybrane właściwości rzeczywistej infrastruktury torowej będą oznaczane IS^n gdzie n jest oznaczeniem koloru. Podobnie podzbiory wierzchołków i krawędzi będą oznaczane $V^n(IS)$ i $E^n(IS)$, przy czym te same kolory wierzchołków i krawędzi mogą mieć różne znaczenie, nie należy ich utożsamiać.

Zapisy $V^n(IS)$ i $E^n(IS)$ są przykładem opisu pewnych cech określonych na całym modelu IS czyli w całej strukturze cyfrowego bliźniaka odwzorowującej infrastrukturę. Taka konwencja będzie stosowana również w stosunku do właściwości merytorycznych dziedziny zastosowania Multigrafu IS .

W celu umożliwienia grupowania merytorycznego wybranych zagadnień wprowadzone zostanie pojęcie warstwy. **Warstwa** jest to zbiór wierzchołków i krawędzi, które są istotne z punktu widzenia danego zagadnienia merytorycznego. Z punktu widzenia głównego przedmiotu rozważań niniejszej monografii najważniejsza jest warstwa aplikacji ETCS. Formalnie warstwę opisuje wyrażenie:

$$L^n(IS) = \{V^k, V^m, \dots, E^p, E^r, \dots\}$$

Wierzchołki Multigrafu *IS* przechowują właściwości elementów modelu w postaci atrybutów uporządkowanych w rekordy lub bardziej złożone struktury. Są to jednocześnie parametry konfiguracyjne i operacyjne CBAE. Zapis formalny atrybutu dowolnego elementu Multigrafu *IS* ma następujący format:

element.atrybut

w pierwszej kolejności występuje symbol elementu, po nim następuje kropka, po której natomiast występuje nazwa atrybutu. Przykładowo zapis:

$$V_n^k.a$$

należy czytać: *atrybut a wierzchołka n koloru k*.

Rodzaje relacji

W Multigrafie *IS* zdefiniowane zostały następujące meta struktury, przy pomocy których modelujemy określone rodzaje zależności pomiędzy elementami. Takie meta elementy to relacje:

- sąsiedztwo – *S*,
- następstwo – *N*,
- przynależność – *P*,
- powiązanie funkcjonalne – *F*,
- cecha elementu – *CE*,
- cecha liniowa – *CL*,
- cecha obszarowa – *CO*.

Przykładowo **sąsiedztwo** jest relacją wskazującą, że dane dwa elementy infrastruktury kolejowej sąsiadują ze sobą. Ta relacja nie jest skierowana. Jest modelowana w postaci krawędzi nieskierowanej. Jeżeli wierzchołek *m* koloru *o* i wierzchołek *k* koloru *p* są w relacji sąsiedztwa to zapisujemy to w następujący sposób:

$$S\{V_m^o, V_k^p\} = 1$$

Zastosowanie nawiasu klamrowego wskazuje na dowolną kolejność argumentów relacji.

Jeżeli taka relacja pomiędzy wierzchołkami *m* i *k* nie występuje zapisujemy to odpowiednio:

$$S\{V_m^o, V_k^p\} = 0$$

Relacje pomiędzy elementami infrastruktury kolejowej modelowane są w Multigrafie IS CBAE krawędziami różnego koloru. Zbiór krawędzi koloru c Multigrafu IS opisujemy $E^c(IS)$. Jeżeli w opisie relacji chcemy wskazać jej rodzaj, symbol E podmieniamy odpowiednim symbolem rodzaju relacji, czyli np. sąsiedztwo koloru h opisać można jako $S^h(IS)$.

Właściwości

Ze względu naturę zasad projektowania aplikacji srk, a tym samym aplikacji ETCS można wyróżnić pewne charakterystyczne cechy relacji pomiędzy elementami infrastruktury. Takimi cechami są:

- odległość wzdłuż drogi jazdy D ,
- pochylenie wzdłuż drogi jazdy G .

Odległość wzdłuż drogi jazdy może być wyznaczana dla:

- wierzchołków IS ,
- krawędzi IS ,

W przypadku wierzchołków może to dotyczyć tylko tych ich rodzajów, które posiadają atrybut długość. Cechę D wtedy zapisujemy następująco:

$$IS.D \left(V_k^p(IS) \right)$$

W przypadku krawędzi cecha odległości wyznaczana jest poprzez różnicę współrzędnych punktowego położenia tego samego systemu pozycjonowania pomiędzy dwoma wierzchołkami IS tworzącymi krawędź. Cechę D wtedy zapisujemy następująco:

$$IS.D \left(E_k^p(IS) \right)$$

Model topologii układu torowego

Elementy i relacje

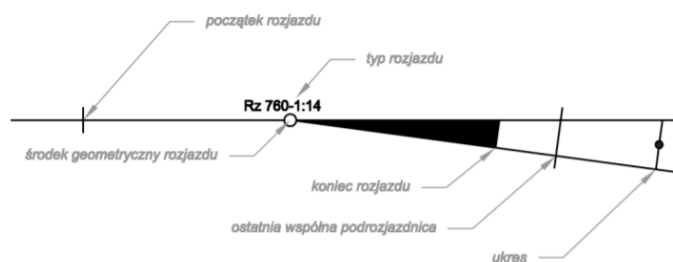
Szkieletem dla większości elementów infrastruktury kolejowej CBAE jest graf topologii układu torowego, podobnie jak to ma miejsce w fizycznym bliźniaku. Model topologii układu torowego jest reprezentowany w Multigrafie IS przez warstwę T . Topologia układu torowego modelowana jest na różnych poziomach szczegółowości (rozdz. 4). Definicje warstwy zapisujemy:

$$L^T(IS) = \{V^2 \cup V^3 \cup V^9 \cup V^{14} \cup V^{15} \cup V^{16} \cup V^{17} \cup V^{18} \cup V^{26}, S^1 \cup N^2 \cup S^{11} \cup P^{12} \cup P^{13} \cup S^{14}\}$$

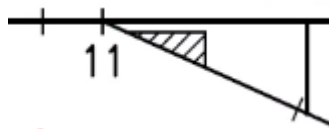
gdzie:

- L^T - warstwa układu torowego, model układu torowego,
- V^2 – zbiór wierzchołków modelujących odcinki torowe,
- V^3 – zbiór wierzchołków modelujących tory,
- V^9 – zbiór wierzchołków modelujących rozjazdy,
- V^{14} – zbiór wierzchołków modelujących granice punktów operacyjnych,
- V^{15} – zbiór wierzchołków modelujących początkowe odcinki tras, szlaki,
- V^{16} – zbiór wierzchołków modelujących punkty operacyjne,
- V^{17} – zbiór wierzchołków modelujących szlaki,
- V^{18} – zbiór wierzchołków modelujących linie kolejowe,
- V^{26} – zbiór wierzchołków modelujących trasy,
- V^{27} – zbiór wierzchołków modelujących skrzyżowania,
- $S^1(IS)$ – relacja sąsiedztwa odcinków torowych,
- $N^2(IS)$ – relacja następstwa odcinków torowych,
- $S^{11}(IS)$ – relacja sąsiedztwo topologii makro – szlaki i punkty operacyjne,
- $P^{12}(IS)$ – relacja przynależności do odcinka torowego,
- $P^{13}(IS)$ – relacja przynależność do elementu makro,
- $P^{14}(IS)$ – relacja przynależność do linii kolejowej.

Topologia posługuje się następującymi podstawowymi elementami: odcinkiem torowym, rozjazdem i skrzyżowaniem. W dużym uogólnieniu można powiedzieć, że rozjazdy i skrzyżowania łączone są przez odcinki torowe. Ze względu na budowę dokładniejszej analizy wymagają rozjazdy i ich model w kontekście układu torowego. Dla rozjazdu istotnym faktem jest to, że w kontekście modelu topologii fizyczne wymiary rozjazdu znajdują się na trzech



Rys. 3 Elementy schematycznego przedstawienia rozjazdu (źródło: opracowanie własne).



Rys. 4 Symbol rozjazdu na planie schematycznym (źródło: opracowanie własne).

sąsiadujących ze sobą odcinkach torowych. W odwzorowaniu rozjazdu biorąc pod uwagę założenie możliwości automatycznego tworzenia planu schematycznego na podstawie modelu w rozjeździe należy wyróżnić: początek rozjazdu, środek geometryczny rozjazdu, ukres dla toru „na bok” i ukres dla toru „na wprost”. W takiej sytuacji jako punkt styku sąsiadujących odcinków torowych należy przyjąć środek geometryczny rozjazdu. Ze względu na fakt, iż w praktyce spotyka się różne konstrukcje rozjazdów, model rozjazdu będzie posiadał relacje ze wszystkimi odcinkami $V^2(IS)$, które w części są elementami konstrukcji rozjazdu, przy czym wyróżniona będzie relacja z odcinkiem, na którym znajduje się początek rozjazdu. Podobne rozwiązanie będzie stosowane w przypadku skrzyżowań.

Topologia może być odwzorowana na różnych poziomach szczegółowości. Jako podstawowy przyjmujemy poziom mikro, gdzie wierzchołki $V^2(IS)$ modelują odcinki torowe. Ich sąsiedztwo $S^1(IS)$ wyznaczone jest przez rozjazdy czy skrzyżowania. Tą relację może budować również tor składający się z mniejszych odcinków. Pomiedzy odcinkami torowymi występuje również relacja następstwa $N^2(IS)$ dając odpowiednio IS^1 oraz IS^2 . Takie podejście jest zgodne z założeniami RailTopoModel, który został zaimplementowany w Multigrafie IS .

Układ torowy modelowanego obszaru ma również punkty, w których odcinki torowe nie mają swojej kontynuacji. W naturalny sposób są to kozły oporowe, ale również punkty graniczne obszaru, które w praktyce są arbitralnie przyjmowanymi lokalizacjami punktowymi. Dobrą praktyką jest wybieranie takich punktów granicznych związanych z rozjazdami lub elementami infrastruktury funkcjonalnej. Odnosząc się do przedstawianych wcześniej poziomów szczegółowości opisu topologii jest to perspektywa **modelu mikro**.

IS pozwala również na modelowanie poziomu szczegółowości makro. W tym celu wprowadzono wierzchołki $V^{16}(IS)$ modelujące punkty operacyjne (np. stacje, posterunki odgałęźne) oraz wierzchołki $V^{17}(IS)$ modelujące szlaki łączące punkty operacyjne (szlaki mogą składać się z jednego lub większej liczby torów). Relację fizycznego sąsiedztwa pomiędzy tymi elementami modelują krawędzie koloru 11 $S^{11}(IS)$.

IS zawiera podgrafy, które agregują odwzorowania przynależności różnych elementów infrastruktury funkcjonalnej do elementów nadrzędnych tworząc hierarchię struktury. Niektóre z nich takie jak S^{12} zostały opisane powyżej. Kolejne relacje tego typu są następujące:

Przynależność elementów topologii do elementów modelu makro będzie modelowana przez krawędzie koloru 13 $E^{13}(IS)$.

$$IS_{13} = (V^2(IS), V^{16}(IS) V^{17}(IS), E^{13}(IS))$$

Przynależności elementów modelu makro do linii kolejowej będzie modelowana przez krawędzie koloru 14 $E^{14}(IS)$, przy czym linie kolejowe będą modelowane przez wierzchołki koloru 18 $V^{18}(IS)$, co prowadzi do następującej definicji.

$$IS_{14} = (V^{17}(IS) \cup V^{16}(IS) \cup V^{18}(IS), E^{14}(IS)).$$

Model mikro

Posługując się wymienionymi elementami, **model mikro topologii układu torowego** będzie definiowany w następujący sposób:

$$IS_1 = \{V^2 \cup V^3 \cup V^9 \cup V^{14} \cup V^{15} \cup V^{16} \cup V^{17} \cup V^{18} \cup V^{26}, S^1 \cup N^2 \cup S^{11} \cup P^{12}\}$$

gdzie:

- L^T - warstwa układu torowego, model układu torowego,
- V^2 – zbiór wierzchołków modelujących odcinki torowe,
- V^3 – zbiór wierzchołków modelujących tory,
- V^9 – zbiór wierzchołków modelujących rozjazdy, skrzyżowania,
- V^{14} – zbiór wierzchołków modelujących granice punktów operacyjnych,
- V^{16} – zbiór wierzchołków modelujących punkty operacyjne,
- V^{27} – zbiór wierzchołków modelujących skrzyżowania,
- $S^1(IS)$ – relacja sąsiedztwa odcinków torowych,
- $N^2(IS)$ – relacja następstwa odcinków torowych,
- $P^{12}(IS)$ – relacja przynależności do odcinka torowego.

Trasy

W modelu topologii funkcjonuje abstrakcyjne pojęcie trasy. Trasę należy rozumieć jako możliwą sekwencję odcinków torowych przejeżdżanych przez pociąg w modelowanym obszarze. Z punktu widzenia możliwych tras, którymi pociągi mogą przejechać przez dany

obszar sieci kolejowej rozpatruje się wiele właściwości infrastruktury kolejowej. Trasy są modelowane z wykorzystaniem relacji $E^2(IS)$, która modeluje kierunki przejazdu pomiędzy odcinkami torowymi oraz relacji $E^{28}(IS)$, która modeluje przynależność odcinka torowego do trasy modelowanej przez $V^{26}(IS)$. Tak więc **trasa** jest podgrafem składającym się z odcinków torowych $V^2(IS)$ pozostających w sekwencji następstwa $N^2(IS)$ zgodnej z kierunkiem jazdy pociągu na danej trasie.

W celu wskazania możliwych tras w modelu należy wyróżnić początkowe odcinki torowe, od których trasy będą się rozpoczynały. IS modeluje tę informację w postaci wierzchołków V^{15} oraz relacji CE modelowaną przez zbiór $E^{27}(IS)$. Czyli odcinek torowy V_m^2 jest elementem początkowym trasy jeżeli zachodzi relacja CE^{27} pomiędzy nim, a początkiem trasy V_k^{15} czyli:

$$CE^{27}(V_k^{15}, V_m^2) = 1.$$

Początek trasy pozostaje w relacji $E^{28}(IS)$ z wierzchołkiem V_t^{26} , gdzie t jest odpowiednią trasą.

Reasumując model trasy zdefiniujemy przy pomocy następującego podgrafu:

$$IS_2 = \{V^2 \cup V^{15} \cup V^{26}, N^2 \cup CE^{27} \cup P^{28}\}$$

gdzie:

- V^2 – zbiór wierzchołków modelujących odcinki torowe,
- V^{15} – zbiór wierzchołków modelujących początek trasy,
- V^{26} – zbiór wierzchołków modelujących trasy,
- $N^2(IS)$ – relacja następstwa odcinków torowych,
- $CE^{27}(IS)$ – cecha odcinka torowego - początek trasy,
- $P^{28}(IS)$ – relacja przynależności do odcinka torowego do trasy.

Profile

Aplikacja ETCS wykorzystuje często pojęcie profilu. Profilem nazywany zależność wartości pewnego parametru w funkcji długości drogi jazdy lub szerzej trasy pociągu składającej się z odcinków torowych. Rozróżniamy profile:

- statyczne,
- dynamiczne.

Przykładami profili statycznych są:

- profil prędkości dopuszczalnej,
- profil gradientu wzdłużnego,
- profil prędkości dopuszczalnej zależny od dopuszczalnego nacisku osi.

Przykładem profilu dynamicznego jest profil prędkości dopuszczalnej wyznaczanej przez EVC w trakcie jazdy pociągu z uwzględnieniem parametrów ruchowych.

W Multigrafie IS CBAE profile statyczne reprezentowane przez funkcje schodkowe modelowane są przez kilka typów wierzchołków i relacji. Taki profil jest zbiorem wierzchołków, które odwzorowują wartości profilu na odcinku profilu. Wartości profilu w poszczególnych przedziałach są modelowane przez zbiór V^{28} odcinków profilu. Każdy z odcinków jest w dwóch relacjach przynależności do odcinka torowego $P^{12}(IS)$ wskazujących znormalizowane lokalizacje punktowe, które są geograficznymi lokalizacjami granic występowania przedmiotowej wartości profilu. Pomędzy odcinkami profilu występuje relacja sąsiedztwa $S^{24}(IS)$. Każdy z odcinków profilu jest w relacji przynależności do profilu $F^{25}(IS)$. Wierzchołki modelujące profil mogą być w relacji z trasą $P^{28}(IS)$ modelując jej właściwość.

Model profilu definiowany jest przy pomocy następującego podgrafu:

$$IS_{24} = \{V^{28} \cup V^{25} \cup V^{29}, P^{12} \cup S^{24} \cup F^{25} \cup P^{28}\}$$

gdzie:

- V^{28} – zbiór wierzchołków modelujących odcinki profilu,
- V^{25} – zbiór wierzchołków profil pionowy trasy,
- V^{29} – zbiór wierzchołków profil prędkości dopuszczalnej,
- $S^{24}(IS)$ – relacja sąsiedztwa wartości profilu,
- $F^{25}(IS)$ – relacja przynależności odcinka profilu do profilu,
- $P^{12}(IS)$ – relacja przynależności do odcinka torowego,
- $P^{28}(IS)$ – relacja przynależności do trasy.

Szczególnym przypadkiem są profile, gdzie wierzchołek modeluje odcinek, na którym wartość określa funkcja np. wielomian jako zależność wartości od długości danego odcinka.

Model infrastruktury funkcjonalnej

Elementy infrastruktury funkcjonalnej

IS modeluje urządzenia przytorowe srk jako elementy infrastruktury funkcjonalnej rozmieszczone wzdłuż elementów topologii. Poszczególne rodzaje urządzeń modelują wierzchołki o następujących kolorach:

- $V^4(IS)$ – sygnalizatory,
- $V^5(IS)$ – wskaźniki,
- $V^6(IS)$ – obszary kontroli nie zajętości,
- $V^7(IS)$ – zwrotnice,
- $V^8(IS)$ – wykolejnice,
- $V^{10}(IS)$ – rezonatory shp,
- $V^{11}(IS)$ – balisy,
- $V^{23}(IS)$ – kodery LEU,
- $V^{24}(IS)$ – słupki hektometrarzu,
- $V^{25}(IS)$ – czujniki koła,

Ze względu na fakt, że bardzo ważnym atrybutem wszystkich urządzeń przytorowych jest ich lokalizacja należy przeanalizować to zagadnienie w kontekście ich fizycznych wymiarów. Dla typów $V^4(IS)$, $V^5(IS)$, $V^8(IS)$, $V^{23}(IS)$ fizyczne wymiary są nieistotne z punktu widzenia realizowanych funkcji i jako dokładny punkt mający odzwierciedlenie w rzeczywistości można przyjąć ich geometryczny środek. Rodzaje urządzeń przytorowych, którym należy poświęcić nieco więcej miejsca to: $V^9(IS)$ rozjazdy, $V^7(IS)$ zwrotnice, $V^6(IS)$ obszary kontroli nie zajętości. Są to urządzenia, których wymiary mają znaczenie dla realizowanych funkcji.

Model sygnalizacji

Elementami sygnalizacji są sygnalizatory i wskaźniki. Kluczową ich cechą statyczną jest typ, położenie oraz kierunek ruchu, dla którego są przeznaczone. Typ jest modelowany przez atrybut $V_n^4.type$, a kierunek przez atrybut $V_n^4.direction$. Lokalizacja jest określana przez pozycję punktową znormalizowaną względem odcinka torowego.

W ogólnym ujęciu jako element sygnalizacji można potraktować również balisę pamiętając o tym, że przekazuje ona sygnał nie bezpośrednio maszyniście, ale urządzeniom pokładowym. W przypadku $V^{11}(IS)$ również jako lokalizację przyjmujemy znormalizowaną pozycję punktową. Jako punkt balisy należy przyjąć, że to punkt wyznaczany przez tzw. „reference mark” względem, którego wyznacza się współrzędne geometryczne balisy.

Model następstwa **sygnalizatorów** $V^4(IS)$ tworzą krawędzie $E^6(IS)$. Jest to sekwencja istotna dla zasadniczego kierunku jazdy. Model ten będzie odzwierciedlał m. in. relację powtarzania sygnałów przez tarcze ostrzegawcze i sygnalizatory powtarzające jak również sekwencje istotne z punktu widzenia stawności blokady liniowej. Dla dwóch sygnalizatorów, gdzie V_k^4 jest powtarzającym dla V_l^4 zachodzi relacja:

$$N^6(V_k^4, V_n^4) = 1$$

Jednym z zastosowań sekwencji będzie weryfikacja ograniczeń związanych z odległościami pomiędzy sygnalizatorami. np. dla linii, gdzie dopuszczalną prędkością jest 120 km/h odległość ta nie powinna być mniejsza niż 1000m co zapisujemy:

$$\bigwedge_{k,n} N^6(V_k^4, V_n^4) = 1 \Rightarrow IS.D(V_k^4, V_n^4) \geq 1000 m$$

Podgraf modelujący następstwo sygnalizatorów będzie zdefiniowany następująco:

$$IS_6 = (V^4(IS), E^6(IS))$$

Model zwrotnicy

Zwrotnice są elementami rozjazdów, dlatego też ich granice fizyczne nie są istotne. Logicznie zwrotnica jest przypisana do końca odcinka torowego, na którym znajduje się początek i środek geometryczny rozjazdu od strony połączenia tego odcinka z dwoma sąsiednimi. Warto zauważyć, że zachodzi zależność:

$$P(V_k^9, V_m^2) = 1 \wedge P(V_n^7, V_k^9) = 1 \Leftrightarrow P(V_n^7, V_m^2) = 1$$

Co należy odczytać w następujący sposób: *Jeżeli zwrotnica n przynależy do rozjazdu k i rozjazd k przynależy do odcinka torowego m, to zwrotnica n przynależy do odcinka torowego m.*

Zwrotnica poprzez wartość atrybutów położenie $V_n^7.branch$ i stanu kontroli położenia $V_n^7.controlled$ będzie wykorzystywana do odwzorowania aktualnie nastawionej drogi przebiegu.

Model obszaru kontroli niezajętości

Obszary kontroli niezajętości $V^6(IS)$ są jeszcze bardziej złożonym zagadnieniem. Wprowadzenie pojęcia obszaru kontrolowanego jako rozszerzenie ogólnie przyjętego terminu odcinka kontrolowanego ma uwzględnić fakt, iż np.: przy wykorzystaniu różnych kombinacji punktów liczących liczników osi fragment układu torowego, którego niezajętość jest

kontrolowana może tworzyć bardzo skomplikowane topologicznie struktury np. obejmujące całą głowicę stacyjną. W celu umożliwienia modelowania dowolnych obszarów zostaną wykorzystane elementy $V^{22}(IS)$ – granice obszarów kontroli niezajętości.

W oczywisty sposób, klasyczny izolowany odcinek torowy jest opisywany formalnie przez rodzaj relacji cechy liniowej CL sąsiedztwa E^{23} dwóch wierzchołków $V^{22}(IS)$ i relację przynależności P^{22} do obszaru kontrolowanego:

$$CL^{23}\{V_k^{22}, V_m^{22}\} = 1 \Rightarrow P^{22}(V_k^{22}, V_n^6) = 1 \wedge P^{22}(V_m^{22}, V_n^6) = 1$$

natomiast klasyczny izolowany odcinek zwrotnicowy jest opisywany formalnie przez rodzaj relacji cechy obszarowej CO sąsiedztwa E^{23} trzech wierzchołków $V^{22}(IS)$ i przynależności do obszaru kontrolowanego:

$$CO^{23}\{V_k^{22}, V_m^{22}, V_l^{22}\} = 1 \Rightarrow P^{22}(V_k^{22}, V_n^6) = 1 \wedge P^{22}(V_m^{22}, V_n^6) = 1 \wedge P^{22}(V_l^{22}, V_n^6) = 1$$

Rozmieszczenie urządzeń przytorowych elementów infrastruktury funkcjonalnej

Model rozmieszczenia urządzeń przytorowych wzdłuż toru jest realizowany poprzez relacje sąsiedztwa i następstwa:

- $S^{10}(IS)$ - sąsiedztwo elementów infrastruktury zgodne z kilometrażem,
- $N^3(IS)$ - następstwo elementów infrastruktury dla zasadniczego kierunku jazdy,
- $N^4(IS)$ - następstwo elementów infrastruktury dla przeciwnego kierunku jazdy.

oraz relacją przynależności $P^{12}(IS)$ do odcinków torowych $V^2(IS)$.

Wykorzystując wymienione elementy IS definiujemy następujące podgrafy:

$$IS^{12} = (V^4(IS) \cup V^5(IS) \cup V^6(IS) \cup V^7(IS) \cup V^8(IS) \cup V^9(IS) \cup V^{10}(IS) \cup V^{11}(IS)) \cup V^{12}(IS), P^{12}(IS))$$

$$IS^{10} = (V^4(IS) \cup V^5(IS) \cup V^6(IS) \cup V^7(IS) \cup V^8(IS) \cup V^9(IS) \cup V^{10}(IS) \cup V^{11}(IS)) \cup V^{12}(IS), S^{10}(IS))$$

$$IS^3 = (V^4(IS) \cup V^5(IS) \cup V^6(IS) \cup V^7(IS) \cup V^8(IS) \cup V^9(IS) \cup V^{10}(IS) \cup V^{11}(IS)) \cup V^{12}(IS), N^3(IS))$$

$$IS^4 = (V^4(IS) \cup V^5(IS) \cup V^6(IS) \cup V^7(IS) \cup V^8(IS) \cup V^9(IS) \cup V^{10}(IS) \cup V^{11}(IS)) \cup V^{12}(IS), N^4(IS))$$

IS^{12} modeluje przypisanie elementów infrastruktury funkcjonalnej do elementów topologii. Przy jego pomocy jest możliwe jednoznaczne określenie ich lokalizacji.

IS^{10} modeluje następstwo wynikające z rozmieszczenia elementów infrastruktury funkcjonalnej zgodnie z kilometrażem. Jest modelem, który umożliwia wyszukiwanie zależności pomiędzy wszystkimi elementami infrastruktury funkcjonalnej.

Podgrafy IS^3 i IS^4 również modelują sekwencje urządzeń, jednak uwzględniają kierunek jazdy pociągu. Podgraf IS^3 (sąsiedztwo zgodne z kierunkiem zasadniczym) modeluje dokładnie infrastrukturę mijaną przez jadący pociąg zgodnie z kierunkiem zasadniczym. Podgraf IS^4 (sąsiedztwo zgodne z kierunkiem przeciwnym) modeluje dokładnie infrastrukturę mijaną przez jadący pociąg w kierunku przeciwnym do zasadniczego.

Podgrafy IS^3 i IS^4 pozwalają na wskazanie elementów infrastruktury funkcjonalnej istotnych z punktu widzenia poruszającego się pociągu. Należy zwrócić uwagę, że kierunek jazdy pociągu jest istotny tylko dla wybranych rodzajów elementów. Należą do nich: $V^4(IS), V^5(IS), V^{11}(IS), V^{12}(IS)$. Nie jest istotny dla: $V^6(IS), V^7(IS), V^8(IS), V^9(IS)$.

Model aplikacji ETCS

Elementy

Model aplikacji ETCS jest częścią struktury cyfrowego bliźniaka, czyli Multigrafu IS , gdzie jest wyróżniony w postaci warstwy E . Do zbioru tworzonego przez warstwę aplikacji ETCS należy zaliczyć następujące elementy IS :

$$L^E(IS) = \{V^{11} \cup V^{12} \cup V^{13} \cup V^{21} \cup V^{23}, N^8 \cup N^9 \cup F^{15} \cup F^{16} \cup F^{17} \cup S^{18}\}$$

gdzie:

- $V^{11}(IS)$ – balisy,
- $V^{12}(IS)$ – grupy balis,
- $V^{13}(IS)$ – granice obszaru ETCS,
- $V^{21}(IS)$ – radiowe centrum sterowania RBC,
- $V^{23}(IS)$ – kodery LEU,
- $N^8(IS)$ – następstwo grup balis dla kierunku zasadniczego,
- $N^9(IS)$ – następstwo balis,
- $F^{15}(IS)$ – powiązanie grupy balis i pierwszej balisy w grupie,
- $F^{16}(IS)$ – powiązanie balisy przełączalnej i LEU,

- $F^{17}(IS)$ – powiązanie pomiędzy grupą balis a sygnalizatorem,
- $S^{18}(IS)$ – sąsiedztwo grup balis dla kierunku przeciwnego,
- $F^{28}(IS)$ – powiązanie pomiędzy LEU a sygnalizatorem.

W modelu infrastruktury kolejowej występują dwa ujęcia transponderów torowych: balisa i grupa balis. Poziom szczegółowości balisy przyjmowany jest, gdy istotna jest identyfikacja poszczególnych urządzeń zainstalowanych w torze. Z funkcjonalnego punktu widzenia wystarczające jest, aby rozważać całe grupy balis. Dlatego też dla grupy definiujemy atrybut $V^{12}.type$. Dokładny model grupy balis wyrażamy przez podgraf:

$$IS^8 = \{V^{11}, N^8\}$$

Sposób lokalizowania balisy został przedstawiony w poprzednim punkcie. W przypadku grupy $V^{12}(IS)$ jako lokalizację przyjmuje się lokalizację pierwszej balisy w grupie. Dla grupy balis określamy pozycję punktową i jest ona tożsama z pozycją punktową pierwszej balisy w grupie.

Atrybuty opisujące pakiety balisy i grupy balis dostępne są w ten sam sposób. Dla grup dostępna jest informacja o: liście pakietów w grupie $V^{12}.packets$, liście zmiennych w pakiecie $V^{12}.packet12.variables$, wartości konkretnej zmiennej $V^{12}.packet12.L_ENDSECTION$

Sekwencja następstwa grup balis

Dla aplikacji ETCS tworzone są dwa modele następstwa: dla balis i grup balis. Grupy balis modelowane są przez wierzchołki $V^{12}(IS)$. Następstwo pomiędzy nimi będzie modelowane przez krawędzie $E^8(IS)$. Sekwencja następstwa jest relacją, która odwzorowuje linking balis. Tak więc podgraf następstwa grup balis będzie opisany następująco:

$$IS_8 = (V^{12}(IS), E^8(IS))$$

Te sekwencje są niezbędne do weryfikacji rozproszonej funkcjonalności zbioru grup balis (np. tranzycji), a także do weryfikacji wymagań dotyczących ograniczeń dla odległości pomiędzy nimi.

Rozmieszczenie balis w grupie balis

Balisy modelowane są przez wierzchołki $V^{11}(IS)$, natomiast następstwo pomiędzy nimi jest modelowane przez krawędzie $E^9(IS)$, tak więc podgraf następstwa balis modelujący również sekwencję balis tworzących grupę jest opisany następująco:

$$IS_9 = (V^{11}(IS), E^9(IS))$$

Jest to sekwencja, która pozwala na weryfikację budowy grup balis i ich wybranych właściwości (np.: kierunku ruchu pociągu).

Model współpracy balisy z sygnalizatorem

Balisa przełączalna współpracuje z sygnalizatorem. Fakt ten może być modelowany na dwa sposoby: szczegółowy, jako współpraca balisa – LEU - sygnalizator oraz ogólny jako współpraca grupa balis – sygnalizator. W pierwszym przypadku model ma postać podgrafu:

$$IS_{BSS} = (V^{11}(IS), V^{23}(IS), V^4(IS), F^{16}(IS), F^{28}(IS))$$

W drugim przypadku:

$$IS_{BSO} = (V^{12}(IS), V^4(IS), F^{17}(IS))$$

Model rozmieszczenia RBC

RBC jest elementem aplikacji ETCS przy poziomie zastosowania 2 lub 3. Jego fizyczna lokalizacja nie ma znaczenia funkcjonalnego. „Fizyczna interakcja” pomiędzy RBC, a pociągiem odbywa się poprzez sygnał przekazywany pomiędzy stacjami bazowymi BTS i pociągiem. Modelowanie systemu GSM-R jest poza zakresem niniejszych rozważań, dlatego też modelowanie RBC sprowadza się do wskazania powiązania pomiędzy RBC i obszarem ETCS.

$$IS_{RBC} = (V^{21}(IS), V^{31}(IS), P^{30}(IS))$$

Model obszaru ETCS

Obszar ETCS to pojęcie abstrakcyjne, porządkujące strukturę aplikacji ETCS. W swojej naturze jest podobne do grupy balis. Obszar ETCS jest modelowany przez wierzchołek $V^{31}(IS)$ i relację przynależności $P^{30}(IS)$, w której pozostają wszystkie elementy aplikacji ETCS z tym wierzchołkiem.

$$IS_{OETCS} = \{V^{11} \cup V^{12} \cup V^{13} \cup V^{21} \cup V^{23} \cup V^{31}, P^{30}\}$$

Algorytmy weryfikacji poprawności modelu struktury

Ogólne założenia

Weryfikacja poprawności modelu to jeden z kluczowych elementów metodyki wirtualnego prototypowania. Zakłada ona, że w Wirtualnym Laboratorium CBAE konstruowany jest

prototyp aplikacji ETCS. Pierwszym etapem wirtualnego prototypowania jest odwzorowanie układu torowego i niezbędnej infrastruktury funkcjonalnej. Projektant wprowadzając kolejne elementy modelu w czasie rzeczywistym otrzymuje raporty o poprawności wprowadzonego modelu. Ten model działania wymaga szybkiego przeszukiwania elementów modelu i sprawdzania kryteriów poprawności. Dobór wykonywanego testu jest ukierunkowany przez rodzaj wprowadzanej zmiany. Testy operują na cyfrowym bliźniaku reprezentowanym przez model w postaci Multigrafu *IS*. Przykładem tego rodzaju testu jest weryfikacja rozmieszczenia balis w grupie.

Rozmieszczenie balis w grupie

Zasady **rozmieszczenie balis w grupie** są wyspecyfikowane w Subsetach TSI. Do pojedynczej grupy balis nie może należeć więcej niż 8 balis. Minimalna liczba balis w grupie to 1, jednak występuje wiele okoliczności, które powodują, że dla tej liczby jako minimum przyjmuje się wartość 2. Taka też jest praktyka projektowania ETCS w Polsce. Dla rozmieszczenia balis w grupie określa się minimalną odległość pomiędzy nimi. Jest ona uzależniona od maksymalnej prędkości obowiązującej na odcinku układu torowego, na którym rozmieszczone są balisy oraz rozmiaru balisy. Przyjęte wartości przedstawione są w Tabeli 1.

Górne ograniczenie odległości pomiędzy balisami w grupie wynosi 12 m. Balisa znajdująca się w większej odległości pomimo odpowiedniej konfiguracji zmiennych w telegramie będzie uznana za zagubioną. Pomimo tak dużego marginesu należy dążyć do jak największej zwartości grup balis, aby informacje przekazywane przez grupę były spójne czasowo. Kryteria poprawności dla tej właściwości można określić następująco:

- liczba balis w grupach od 2 do 8,
- maksymalna odległość pomiędzy balisami w grupie –: 12 m,
- odległość minimalna w grupach – Tabela 1.

Tabela 1 Minimalne odległości pomiędzy balisami (źródło Techniczne specyfikacje interoperacyjności)

Prędkość maksymalna	180 km/h	300 km/h	500 km/h
mała balisa	2,3 m	3 m	5 m
standardowa balisa	2,6 m	3 m	5 m

Kryterium liczności grupy balis zapisane formalnie ma postać wyrażenia:

$$2 \leq |\{v \in V^{11} : P^{20}(V_v^{11}, V_n^{12}) = 1\}| \leq 8$$

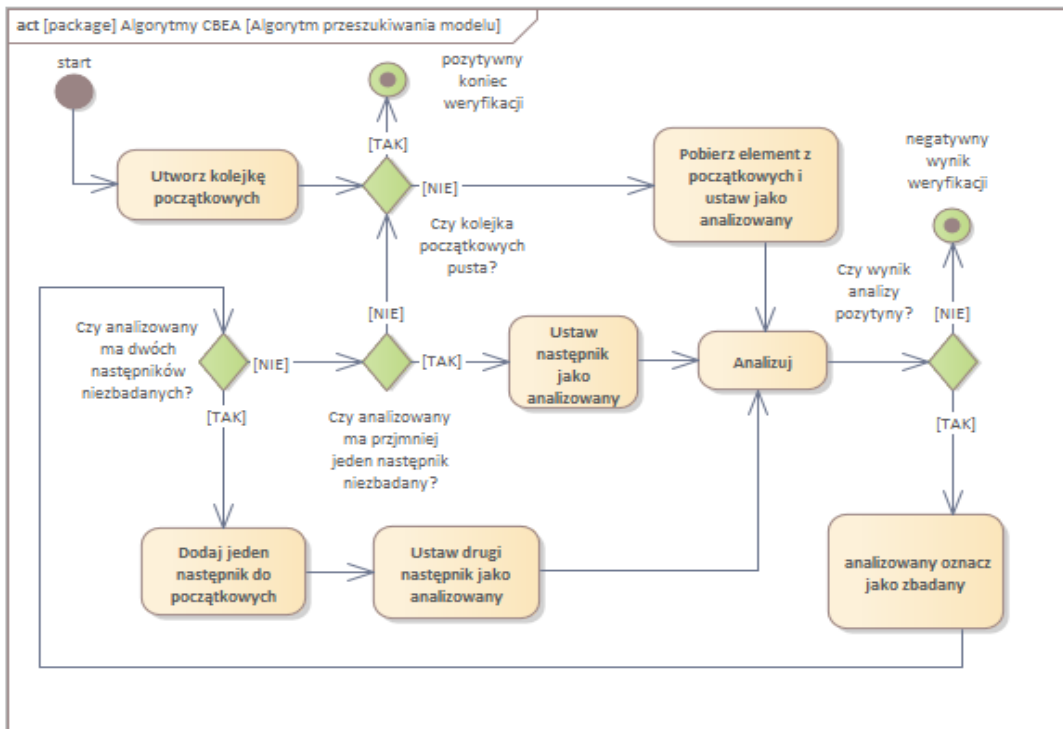
Kryterium odległości sformułowane w sposób formalny z wykorzystaniem Multigrafu IS ma postać wyrażenia:

$$\bigwedge_{v, w \in V^{11}} P^{20}(V_v^{11}, V_n^{12}) = 1 \wedge P^{20}(V_w^{11}, V_n^{12}) = 1 \wedge S^9(V_v^{11}, V_w^{11}) = 1 \wedge V^2.v_{dopuszczalna} = 300 \Rightarrow IS.D(V_v^{11}, V_w^{11}) \geq 3 \wedge IS.D(V_v^{11}, V_w^{11}) \leq 12$$

Algorytm przetwarza następujące podgrafy IS :

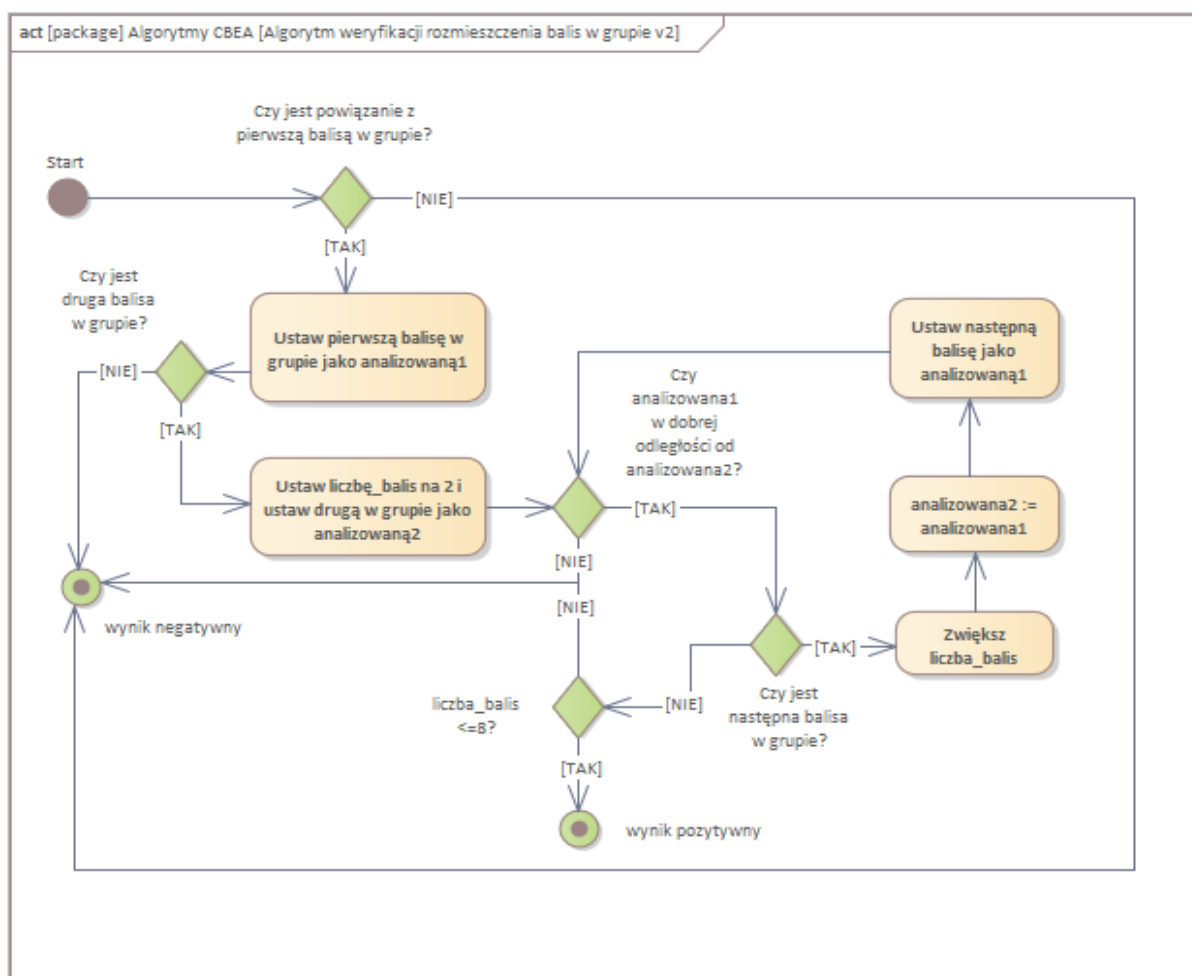
- IS^{20} – przynależność balisy do grupy balis,
- IS^9 – następstwo balis,
- IS^8 – następstwo grup balis.

Dla tego kryterium weryfikacji i kilku następnych zaproponowano algorytm dwuwarstwowy. Pierwsza warstwa jest odpowiedzialna za przeszukiwanie struktury CBAE czyli Multigrafu IS i ma charakter uniwersalny w zakresie rodzajów elementów i realizuje przeszukiwanie modelu Rys. 5 .



Rys. 5 Algorytm przeszukiwania modelu (źródło: opracowanie własne).

Druga warstwa to właściwe sprawdzenie kryterium dla konkretnego składnika lub ich układu. W tym sprawdzeniu analizowany składnikiem jest grupa balis. Algorytm przeszukuje kolejne grupy balis (IS^8) - warstwa pierwsza i dla każdej z nich kolejne wierzchołki IS^9 sprawdzając parametry konfiguracyjne balis wchodzących w ich skład – warstwa druga. Istotna jest lokalizacja liniowa balisy. Te informacje występują w atrybutach opisujących wierzchołki. Szczegółowo kroki algorytmu przedstawione są na Rys. 6.



Rys. 6 Algorytm weryfikacji rozmieszczenia balis w grupach (źródło: opracowanie własne).

Scenariusze operacyjne

Formalna specyfikacja

Definicja scenariusza operacyjnego **SO** może mieć różną formę. W przewodniku Europejskiej Agencji Kolejowej zaleca się opisywanie scenariusza operacyjnego w następującej strukturze:

- warunki początkowe,
- sekwencję istotnych zdarzeń nazywanych też krokami,

- warunki końcowe.

Warunki początkowe i końcowe określają wymagane wartości wybranych parametrów np. ruchowych i określających stan urządzeń pokładowych. Zdarzenia, których sekwencję się opisuje związane są najczęściej ze zmianami stanu urządzeń pokładowych (poziom ETCS, tryb ETCS, wskazanie na DMI lub panelu operatorskim RBC). Zdarzenia te dodatkowo mogą być zlokalizowane w konkretnych miejscach drogi jazdy, w określonej odległości względem siebie lub oddalone na osi czasu, o okres który upłynie pomiędzy ich wystąpieniami.

Na przykład w ramach badania kompatybilności części pokładowej i przytorowej systemu ETCS w zbiorze testów dla typu ESC ESC-PL-05-L2 znajduje się przypadek testowy 3.1 Wczytanie zmiennych narodowych Rys. 7.

3.1 Wczytanie zmiennych narodowych

Opis przypadku testowego			
	Nr	Wersja	Tytuł
Przypadek testowy	3.1	1.0	Wczytanie zmiennych narodowych
Baseline	2		
Autor testu	PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.		
Cel testu	Prezentowany scenariusz testu ma wykazać prawidłową współpracę urządzeń pokładowych z urządzeniami przytorowymi podczas przesłania telegramu zawierającego zmienne narodowe z urządzeń przytorowych do pojazdu wyposażonego w urządzenia pokładowe systemu ETCS L2		
Warunki wstępne:	Poziom	0 lub STM	
	Tryb	UN lub SN	
	Prędkość (km/h)	Zgodna z rozkładem jazdy pociągów	
	Dodatkowe warunki wstępne	Pociąg zbliża się do balis rejestracji do sieci GSM-R (Network Registration – NR)	
Opis przebiegu testu			
Nr zdarzenia	Opis zdarzenia	Interfejs	Spodziewana reakcja
1	Przejazd na grupą balis	DMI	Rejestracja do sieci GSM-R - widoczna ikona trybu "UN" lub "SN" - widoczna ikona poziomu "Level 0" lub "Level STM" - wprowadzone zmienne narodowe
Warunki końcowe:	Poziom	0 lub STM/NTC	
	Tryb	UN lub SN	
	Prędkość (km/h)	-	
	Dodatkowe warunki końcowe	Pociąg kontynuuje jazdę z prędkością rozkładową oraz kontynuowany jest proces przełączania do poziomu 2.	

Rys. 7 Przykład scenariusza operacyjnego z definicji ESC-PL-05-L2 (źródło: dokument ESC-PL-05-L2)

Poza porządkowymi parametrami tj. nr, wersja, tytuł, cel znajdują się tutaj warunki wstępne, zdarzenia, warunki końcowe.

Formalnie scenariusz operacyjny możemy zapisać jako:

$$SO = \{ IC, SE, FC \}$$

gdzie:

- IC - warunki początkowe (ang. initial condition),
- SE – sekwencja zdarzeń (ang. sequence of events),

- FC – warunki końcowe (ang. final conditions).

Warunki początkowe opisujemy następującą krotką:

$$IC = (v, l, etcs.l, etcs.m)$$

gdzie:

- v – prędkość pociągu,
- l – lokalizacja pociągu,
- $etcs.l$ - poziom ETCS,
- $etcs.m$ – tryb ETCS.

Warunki końcowe opisujemy podobną krotką:

$$FC = (v, l, etcs.l, etcs.m)$$

gdzie:

- v – prędkość pociągu,
- l – lokalizacja pociągu,
- $etcs.l$ - poziom ETCS,
- $etcs.m$ – tryb ETCS.

Natomiast sekwencję zdarzeń SE opisujemy jako ciąg:

$$SE = (z_1, z_2, \dots, z_n)$$

gdzie:

- z_i – to i-te zdarzenie
- n – liczba zdarzeń istotnych dla przebiegu testów

Pojedyncze zdarzenie opisujemy jako:

$$z(t_{ae}, t_{re}, l_a, l_r, etcs.l, etcs.m, v)$$

gdzie:

- t_{ae} – bezwzględny czas zdarzenia (ang. absolute time of the event),
- t_{re} – względny czas zdarzenia (ang. relative time of event),
- l_a – bezwzględna lokalizacja (ang. absolute location),
- l_r – względna lokalizacja (ang. relative location),
- p – pakiet(y) transmitowany do OBU,

- *etcs.l* – poziom ETCS,
- *etcs.m* – tryb ETCS,
- *v* – prędkość.

Analizując wspomniane definicje można zauważyć, iż lokalizacja zdarzenia często jest wyznaczana poprzez położenie grupy balis o konkretnej funkcji, którą w czasie testu ma minąć pociąg. Równoznaczne oznaczenie zdarzenia to wskazanie istotnego pakietu, który jest transmitowany do OBU. Inny przykład określenia lokalizacji zdarzenia to „wystąpienie” zdarzenia w odległości określonego odcinka czasu (np. kilku sekund) od poprzedniego.

Parametry *etcs.l*, *etcs.m* mają określone zbiory wartości:

$$etcs.l \in \{L0, LNTC, L1, L2, L3\}$$

$$etcs.m \in \{IS, NP, SF, SL, SB, SH, FS, UN, SR, OS, TR, PT, NL, SN, RV, LS, PS\}$$

Wartość prędkości powinna być określana co z dokładnością co 5 km/h i musi być większa od 0.

Funkcje grup balis należą do zbioru:

$$GBF = \{SE, NR, LTA, LTO, LTC, TXT\}$$

Analizując zapis warunków początkowych, końcowych i zdarzeń można zauważyć, że rozszerzając opis warunków można znormalizować parametry wszystkich elementów **IC**, **FC** oraz **z**. Taka operacja pozwala na zapis scenariusza operacyjnego w postaci macierzy **MSO**, która jest rozwinięciem wektora planu scenariusza.

Ogólna definicja scenariusza (sekwencji zdarzeń) przedstawionego na Rys. 7 jest następująca:

$$WSO_{05_31} = \begin{bmatrix} z_0 \\ z_1 \\ z_2 \end{bmatrix}$$

gdzie:

- z_0 – zdarzenie polegające na wystąpieniu warunków początkowych,
- z_1 – zdarzenie wstąpienia kroku zdefiniowanego w SO,
- z_2 – zdarzenie polegające na wystąpieniu warunków końcowych.

natomiast definicja szczegółowa tego scenariusza ma formę:

$$MSO_{05_31} = \begin{bmatrix} NA & NA & NA & < L(BG) & NA & L0 \vee LSTM & UN \vee SN & 100 \\ NA & NA & NA & L(BG) & P3 & L0 \vee LSTM & UN \vee SN & 100 \\ NA & NA & NA & > L(BG) & NA & L0 \vee LSTM & UN \vee SN & 100 \end{bmatrix}$$

lub

$$MSO_{05_31} = \begin{bmatrix} - & - & - & < L(BG) & - & L0 \vee LSTM & UN \vee SN & 100 \\ - & - & - & L(BG) & P3 & L0 \vee LSTM & UN \vee SN & 100 \\ - & - & - & > L(BG) & - & L0 \vee LSTM & UN \vee SN & 100 \end{bmatrix}$$

Parametr, który nie ma określonej wartości opisywany jest jako „NA” lub „–”. Formalny opis scenariusza operacyjnego pozwala na algorytmiczne przetwarzanie obrazu symulacji scenariusza operacyjnego. Algorytm jest opisany w kolejnych punktach.

Specyfikacja SSO środowiska symulacji

W uzupełnieniu definicji scenariusza operacyjnego SO definiujemy specyfikację środowiska symulacji scenariusza operacyjnego (SSO) CBAE. Specyfikacja symulacji scenariusza operacyjnego określa środowisko symulacji. Jako pierwszy krok procesu przygotowania symulacji scenariusza operacyjnego jest wskazywane działanie polegające na określeniu zbioru modeli, które będą wykorzystane w symulacji. Są to:

- model rozkładu jazdy – czas i trasa pociągu.
- model topologii układu torowego,
- model infrastruktury funkcjonalnej w zakresie klasycznych urządzeń przytorowych sterowania ruchem kolejowym,
- model aplikacji ETCS w zakresie podsystemu urządzenia przytorowe,
- model pociągu,
- model aplikacji ETCS w zakresie podsystemu urządzenia pokładowe,
- model maszynisty.

Są to modele określające strukturę cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS umożliwiającego symulacje scenariuszy operacyjnych.

Model rozkładu jazdy **MRJ** jest podstawowym harmonogramem według, którego odbywa się symulacja scenariusza operacyjnego. Zawiera czasy planowych odjazdów i przyjazdów na poszczególne posterunki składające się na trasę pociągu. Może zawierać również dynamiczne ograniczenia wynikające z konieczności skomunikowania się z innymi pociągami, które

wprowadzają losowe opóźnienia do czasów odjazdu, czyli niedeterministyczne zakłócenia. **MRJ** to wektor trójek (l, t_o, t_p) , gdzie l to lokalizacja na drodze jazdy, t_p to czas przyjazdu do danej lokalizacji, a t_o to czas odjazdu z danej lokalizacji.

Trzy kolejne modele to składowe modelu infrastruktury kolejowej **IS**, której dotyczy scenariusz operacyjny. Ich zakres określa model rozkładu jazdy wskazując trasę pociągu, czyli odcinki torowe, po których będzie realizowany przejazd pociągu poddawany symulacji. Modele te są reprezentowane w strukturze CBAE jako Multigraf **IS** scenariusza operacyjnego, który jest podgrafem Multigrafu **IS** aplikacji ETCS (podgraf dla konkretnej trasy).

Model pociągu **MP** składa się z parametrów i ich wartości odwzorowujących fizyczne właściwości składu (np. masa, procent masy hamującej, charakterystyka przyspieszania, charakterystyka hamowania), które są niezbędne, aby przeprowadzić symulację jazdy pociągu. Liczba parametrów uwzględnionych w symulacji wpływa na jakość odwzorowania fizyki jazdy pociągu i jest dostosowana do celów zdefiniowanych dla danej symulacji. **MP** to wektor parametrów pociągów uwzględnionych w modelu i dopasowany do nich algorytm jazdy pociągu. Dopasowanie oznacza tutaj taką postać algorytmu, dla której wykonania wystarczający jest zakres wektora.

Model **MP_{ETCS}** pokładowej części aplikacji ETCS jest uszczegółowieniem modelu pociągu. Model ten składa się z parametrów konfiguracyjnych zachowanie systemu ETCS na konkretnym typie pojazdu. Zakres tych parametrów dokładnie określa specyfikacja wymagań systemowych ERTMS/ETCS w rozdziale 3. Bardzo duży wpływ na zakres konfiguracji ETCS ma rodzaj modelu - Gamma lub Lambda - dostępnego dla symulowanego pociągu. Konfigurację pokładowej części ETCS uzupełniają algorytmy wyznaczania najbardziej restrykcyjnego profilu statycznego prędkości, który jest złożeniem wielu profili składowych oraz algorytmu wyznaczania dynamicznego profilu prędkości dopuszczalnej zawierającego w sobie krzywe hamowania wyznaczone dla wszystkich punktów, dla których prędkość musi zostać ograniczona. Ponadto model określa parametry stanu urządzeń pokładowych, które są wartościowane podczas symulacji scenariusza operacyjnego. Do parametrów tych należą m. in. poziom aplikacji ETCS, tryb pracy, stan połączenia z RBC i inne. **MP_{ETCS}** to wektor parametrów konfiguracyjnych wraz z wartościami odpowiednimi dla danego poziomu dokładności odwzorowania oraz wektor parametrów operacyjnych odzwierciedlający symulowane zachowanie się pociągu.

Model maszynisty **MM** odzwierciedla sposób prowadzenia pociągu przez człowieka. Czynniki ludzkie wprowadza niepewność w realizację aktywności, które nie są wykonywane automatycznie przez pociąg lub infrastrukturę. Model zawiera parametry czasowe charakteryzujące opóźnienia w jego aktywnościach istotne dla symulacji zachowania się pociągu. Przyjmuje się dwa parametry:

- czas percepcji,
- czas reakcji.

Te parametry mogą mieć charakter stały lub probabilistyczny. Prawdopodobieństwo modeluje tutaj różne predyspozycje ludzkie. Przykładowe wartości stałe to:

- czas percepcji – 5s,
- czas reakcji – 3s.

Model maszynisty zawiera również odwzorowanie strategii jazdy, które opisywane jest następującymi parametrami:

- procent mocy pojazdu trakcyjnego wykorzystywanej przy rozruchu,
- profil dynamiczny prędkości rzeczywistej pociągu utrzymywanej względem krzywych hamowania lub względem innych wymagań dotyczących prędkości składu np. warunków początkowych scenariusza operacyjnego.

Należy zwrócić uwagę, że strategię jazdy pociągu mogą również realizować urządzenia pokładowe. Systemy ATO zdefiniowane dla systemów klasy ATC umożliwiają prowadzenie pociągu wg strategii zaprogramowanej w konfiguracji pociągu. Aktualnie trwają prace nad określeniem specyfikacji wymagań dla takiego modułu w systemie ETCS. W sytuacji kiedy taka funkcjonalność zostanie wyspecyfikowana, profil dynamiczny prędkości rzeczywistej zostanie przeniesiony do modelu urządzeń pokładowych i będzie bardziej deterministyczny.

Reasumując symulacja scenariusza operacyjnego jest określona przez model:

$$SSO \{ MRJ, IS_{UT}, IS_{ETCS}, MP, MP_{ETCS}, MM \}$$

gdzie:

- **MRJ** – model rozkładu jazdy,
- **IS_{UT}** – model układu torowego,
- **IS_{ETCS}** – model aplikacji ETCS,

- **MP** – model pociągu,
- **MP_{ETCS}** – modelu urządzeń pokładowych,
- **MM** – model maszynisty.

Specyfikacje *SO* i *SSO* tworzą wspólnie definicję badania symulacyjnego

$$BS = \{ SO, SSO \}$$

gdzie:

- *SO* – definicja scenariusza operacyjnego,
- *SSO* – definicja środowiska symulacyjnego.

Wykonanie badania symulacyjnego

Symulacja scenariusza operacyjnego CBAE polega na symulacji jazdy pociągu przynajmniej pomiędzy dwoma punktami zatrzymania. Symulacja ta wiernie odwzorowuje proces jazdy. Korzysta z odwzorowania (cyfrowego bliźniaka) infrastruktury kolejowej oraz odwzorowania fizyki pojazdu/pociągu w połączeniu z odwzorowaniem pracy urządzeń pokładowych (odpowiednich modeli). Zarówno konfiguracja drogi jazdy i pociągu, jak również stan przebiegu symulacji jest zwykle znacznie bogatszy niż definicja scenariusza operacyjnego.

W wyniku przeprowadzenia badania symulacyjnego powstaje obraz działania systemu kolei *OD* dla danego *SO*, definiowany jako:

$$OD = \{ BS, DZ \}$$

gdzie:

- *BS* – definicja badania symulacyjnego,
- *DZ* – dziennik zdarzeń zarejestrowanych w wyniku przeprowadzenia badania symulacyjnego,

Dziennik zdarzeń jest sekwencją zdarzeń zarejestrowanych w trakcie badania symulacyjnego opisanych parametrami.

Każde zdarzenie obrazu opisywane jest następującymi parametrami:

- indeks,
- stempel czasowy,
- id OBU,

- tryb ETCS,
- poziom ETCS,
- lokalizacja pociągu,
- prędkość pociągu,
- informacja wyświetlana na DMI,
- informacje wyświetlane na CMI.

Rejestracja zdarzenia jest wymuszana przez:

- mijane grupy balis,
- wiadomości otrzymywane i wysłane przez urządzenia pokładowe,
- zmiany trybu pracy urządzeń ETCS,
- zmiany poziomu ETCS,
- wyzerowanie zegara odmierzającego maksymalny czas bez zapisu obrazu cząstkowego.

Takie podejście umożliwia zbudowanie obrazu działania systemu i jest odpowiednie dla SO z użyciem jednego pociągu jak również przy symulacji ruchu kolejowego z wykorzystaniem wielu pociągów.

W celu umożliwienia algorytmicznego przetwarzania zdarzenie rejestrowane (**zr**) opisujemy krotką:

$$\mathbf{zr}(t_{ae}, l_a, etcs.l, etcs.m, v, infoDMI, infoCMI)$$

gdzie:

- t_{ae} – bezwzględny czas zdarzenia (ang. absolute time of the event),
- l_a – bezwzględna lokalizacja (ang. absolute location),
- p – pakiet(y) transmitowany do OBU,
- $etcs.l$ – poziom ETCS,
- $etcs.m$ – tryb ETCS,
- v – prędkość,
- infoDMI – informację wyświetlaną na DMI,
- infoCMI – informacje wyświetlane na CMI.

Weryfikacja działania aplikacji ETCS

Poprawne przeprowadzenie badania symulacyjnego - co nie jest równoważne z pozytywnym wynikiem testu - zakłada wystąpienie takiej chwili t_{z0} , w której wartości

parametrów konfiguracyjnych i operacyjnych odpowiadają warunkom początkowym z definicji danego scenariusza operacyjnego. Symulacja scenariusza operacyjnego ma na celu sprawdzenie czy symulowany system, po chwili t_{z0} zachowuje się zgodnie z definicją scenariusza operacyjnego, czyli czy występują takie zdarzenia zarejestrowane, które odpowiadają zdarzeniom z definicji SO oraz warunkom końcowym.

Właściwe badanie poprawności wykonania polega na porównaniu zapisów z przebiegu symulacji (obrazu symulacji scenariusza operacyjnego) z definicją scenariusza operacyjnego. Jeżeli w zarejestrowanym obrazie można zidentyfikować wszystkie zdarzenia opisane w **MSO** i dodatkowo zależności pomiędzy zarejestrowanymi zdarzeniami spełniają ograniczenia określone w **MSO** to oznacza pozytywny wynik przeprowadzenia testu wg przedmiotowego scenariusza operacyjnego.

W wyniku wykonania symulacji scenariusza operacyjnego otrzymujemy obraz działania systemu kolejowego, a w nim **obraz działania aplikacji ETCS**. Obraz ten jest badany przez algorytm weryfikacji aplikacji ETCS. Założeniem dla algorytmu jest wystąpienie w obrazie działania aplikacji ETCS sekwencji zdarzeń zapisanych w definicji scenariusza operacyjnego. Poszukiwanie takiej sekwencji należy rozpocząć od zidentyfikowania wszystkich zdarzeń w obrazie O , które spełniają warunki określone przez zdarzenia z_0 z definicji scenariusza operacyjnego. Jeżeli żadne zdarzenie obrazu nie zostało zidentyfikowane jako spełniające warunki z_0 to algorytm się kończy. Jeżeli zbiór takich zdarzeń nie jest pusty dla, każdego zdarzenia z obrazu rozpoczynamy poszukiwania sekwencji.

Poszukiwanie sekwencji składa się z następujących kroków:

- a. zdarzenie z obrazu oznacz jako przeglądane,
- b. czy są kolejne zdarzenia w definicji ?
- c. jeżeli tak to idź do e.
- d. jeżeli nie to idź do m.
- e. pobierz kolejne zdarzenie z definicji i oznacz jako poszukiwane,
- f. czy są kolejne zdarzenia w obrazie ?
- g. jeżeli tak to idź do i.
- h. jeżeli nie to idź do n.
- i. pobierz następne względem przeglądanego zdarzenie z obrazu i ustaw jako przeglądane,
- j. czy przeglądane zdarzenie spełnia warunki zdarzenia poszukiwanego ? ,
- k. jeżeli tak to idź do b.

- l. jeżeli nie to idź do c.
- m. koniec algorytmu weryfikacja pozytywna
- n. koniec algorytmu weryfikacja negatywna

Zapis algorytmu w pseudokodzie jest następujący:

```

for zo in lista_zdarzeń_w_obrazie:
    if zo == z0:
        zbiór_spełnionych_IC += zo
for zo in zbiór_spełnionych_IC
    for poszukiwane in range(z1,lista_zdarzeń_w_def)
        znalezione = 0
        for przeglądane in range(ndx(z0)+1, lista_zdarzeń_w_obrazie)
            if przeglądane == poszukiwane:
                znalezione = 1
                zakończ pętlę
        if znalezione == 0:
            koniec weryfikacji z wynikiem negatywnym
koniec weryfikacji z wynikiem pozytywnym

```

W algorytmie można wprowadzić następującą optymalizację weryfikacji. Przegląd zdarzeń w obrazie poczynając od danego zdarzenia spełniającego warunki z0 można kontynuować tylko do kolejnego zdarzenia obrazu spełniającego z0.

Warunek pozytywnej weryfikacji można również zapisać w postaci zdania logicznego:

Jeżeli dla każdego zdarzenia w definicji scenariusza operacyjnego istnieje zdarzenie w obrazie symulacji i zdarzenia z obrazu tworzą ten sam ciąg co zdarzenia ze wzorca to weryfikacja działania aplikacji ETCS jest pozytywna.

$$\bigwedge_{z_i} \bigvee_{r_j} z_i = r_j \wedge \bigwedge_{z_l z_k} \bigvee_{r_m r_n} l < k \wedge z_l = r_m \wedge z_k = r_n \wedge m < n \Rightarrow V(O, MOS) = 1$$

Znaczenie osiągnięcia naukowego

Przedstawione formalizmy stanowią pierwsze prezentowane osiągnięcie naukowe mojego autorstwa. Składa się z kilku zagadnień składowych, do których należą:

- koncepcja wirtualnego laboratorium jako element infrastruktury cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS (CBAE),
- formalny model infrastruktury kolejowej CBAE w postaci Multigrafu IS,
- algorytmy weryfikacji poprawności modelu infrastruktury kolejowej,
- formalny model procesu weryfikacji aplikacji ETCS z wykorzystaniem symulacji scenariuszy operacyjnych, w tym formalna definicja:
 - scenariusza operacyjnego,
 - środowiska symulacji,
 - badania symulacyjnego,
 - obrazu badania symulacyjnego.

Opisane osiągnięcie naukowe w znaczący sposób rozwija dyscyplinę naukową Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport w obszarze formalnego podejścia do problematyki sterowania ruchem kolejowym poprzez:

- ukształtowanie cyfrowej infrastruktury badawczej dla nowoczesnych trendów badań systemów tej klasy poprzez infrastrukturę cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS,
- doskonalenie aparatu matematycznego w zakresie modelowania infrastruktury systemów skr i ich otoczenia w ujęciu holistycznym poprzez Multigraf IS,
- doskonalenie aparatu matematycznego w zakresie symulacji procesów sterowania poprzez formalny model procesu weryfikacji aplikacji ETCS z wykorzystaniem symulacji scenariuszy operacyjnych.

Drugie osiągnięcie naukowe

Przedstawiony cykl jednotematycznych publikacji prezentuje drogę kształtowania się mojego warsztatu naukowego związanego z automatyzacją prowadzenia pociągu i płynnością jazdy pociągu. Pierwsza publikacja z 2015 roku [1] pozwoliła zrobić sobie przekonanie iż procesy sterowania ruchem kolejowym coraz intensywniej będą migrować z urządzeń przytorowych do urządzeń pokładowych znajdujących się na pojeździe trakcyjnym. Kolejna pozycja [2] to już analiza bardzo zaawansowanego systemu transportu publicznego, który pokazuje, że w pełni automatyczne systemy transportu publicznego funkcjonują na świecie i jednocześnie wskazuje na pewną lukę pracach badawczych w Polsce w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, gdyż doświadczenia polskie skupiają się głównie na urządzeniach przytorowych. Kolejna pozycja [3] to poszerzenie warsztatu o znajomość zjawisk występujących w funkcjonowaniu systemu ETCS w procesach zmiany poziomu nadzoru pociągu przez ten system tzw. tranzycji. W [4] i [5] pozycji analizie poddano wymagania jakie stawia przed konstruktorami i użytkownikami automatyczne prowadzenie pociągu. Wymagania te rosną wraz z poziomem automatyzacji tzw. Grade of Automation. Dwie kolejne pozycje [6] i [7] to opis pierwszych badań symulacyjnych. Pierwsza z nich opisuje badanie zachowania się systemu ETRMS\ETCS przy różnych konfiguracjach systemu w tym różnych wartościach zmiennych narodowych. Druga prezentuje rezultaty próby wykorzystania sieci neuronowych i maszynowego uczenia do sterowania pociągami na regularnej linii kolejowej. W pozycji [8] opisana została koncepcja zastosowania zautomatyzowanego środka transportu typu APM (ang. Automatic People Mover) dla Centralnego Portu Komunikacyjnego. Opracowanie koncepcji pozwoliło na szerszą obserwację czynników kształtujących wymagania dla systemu sterowania takiego środka transportu. Ostatnia [9] pozycja to inne praktyczne ujęcie automatycznego sterowania pociągami gdzie celem jest zwiększenie efektywności energetycznej jazdy pociągu. Cel ten jest osiągany przy wykorzystaniu wiedzy o sytuacji ruchowej istniejącej na szlaku linii kolejowej.

Doświadczenia zebrane w zakresie automatyzacji prowadzenia i płynnością jazdy pociągu z wykorzystaniem urządzeń pokładowych wykorzystałem praktycznie przy pracach nad ekspertyzą dla Urzędu Transportu Kolejowego pt. ***„Ekspertyza możliwości eksploatacyjno-technicznych wdrożenia w Polsce ETCS poziom 1 LS na liniach kolejowych nieprzewidzianych do wyposażenia w pełną wersję ETCS poziomu 1 lub 2 w obecnym krajowym planie wdrażania TSI sterowanie”***. W tym opracowaniu byłem autorem propozycji rozwiązań technicznych L1LSPL w zakresie zastosowania systemu ETCS poziom 1

pracującego w trybie ograniczonego nadzoru (LS) (Rozdział 8 PROPOZYCJA ROZWIĄZANIA Zał. 06).

Założenia ogólne rozwiązań

Specyfikacje systemowe przywoływane przez Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności dla podsystemu Sterowanie wprowadzają tryb LS jako pełnoprawną konfigurację systemu ERTMS/ETCS, pozwalającą na realizację zadań związanych z interoperacyjnością i bezpieczeństwem jazdy pociągu. Jednocześnie założeniem zachowania bezpieczeństwa ruchu kolejowego w trybie LS jest obserwacja sygnalizacji przytorowej przez maszynistę i wspieranie go w wybranych miejscach, w domyśle, miejscach które w szczególności mogą prowadzić do sytuacji niebezpiecznych. W „klasycznym” systemie srk wszystkie takie miejsca chronione są sygnalizatorami. Główną ideą propozycji L1LSPL jest oparcie zasad wyposażenia obszaru LS w mechanizmy wspomagające zachowanie bezpieczeństwa przez maszynistę przeprowadzenie dla wszystkich miejsc niebezpiecznych, w tym sygnalizatorów występujących w obszarze analizy ryzyka związanego z pominięciem danego sygnalizatora przez maszynistę. W wyniku analizy powinien być wskazany rodzaj wyposażenia ocenianego miejsca (sygnalizatora) w mechanizmy wspomagania maszynisty udostępniane przez ERTMS\ETCS. Szczegółowe zasady analiz powinny zostać opracowane na bazie najlepszych praktyk i istniejących przepisów a następnie opisane w dedykowanym przewodniku. Mechanizmy, o których mowa na różne sposoby realizują, przesłanie do kabiny maszynisty warunków kontynuacji jazdy wynikających ze wskazania sygnalizatora lub innych czynników. Zaliczają się do nich:

- a) ostrzeżenie maszynisty komunikatem tekstowym wymagającym potwierdzenia o zbliżaniu się do sygnalizatora przez wiadomość z balisy zlokalizowanej przed miejscem niebezpiecznym Ostrzeżenie to jest wyświetlone z określonym opóźnieniem, funkcja FO1;
- b) ostrzeżenie maszynisty komunikatem tekstowym wymagającym potwierdzenia o mijaniu sygnalizatora przez wiadomość z balisy zlokalizowanej przed miejscem niebezpiecznym Ostrzeżenie to jest wyświetlone z określonym opóźnieniem, funkcja FO2;
- c) ostrzeżenie maszynisty komunikatem tekstowym wymagającym potwierdzenia o zbliżaniu się do sygnalizatora inicjalizowane przez wiadomość z balisy położonej w miejscu ostrzegania, funkcja FO3;
- d) ostrzeżenie maszynisty komunikatem tekstowym wymagającym potwierdzenia o mijaniu sygnalizatora inicjalizowane przez wiadomość z balisy położonej w miejscu ostrzegania, funkcja FO4;

- e) przesłanie zezwolenia na jazdę uwzględniającego sygnał S1 za pomocą wiadomości z balisy położonej bezpośrednio przed sygnalizatorem, funkcja FZ1;
- f) przesłanie zezwolenia na jazdę z uwzględnieniem dopuszczalnej prędkości wskazywanej na sygnalizatorze za pomocą wiadomości z balisy położonej bezpośrednio przed sygnalizatorem, funkcja FZ2;
- g) przesłanie zezwolenia na jazdę z uwzględnieniem dopuszczalnej prędkości wskazywanej na sygnalizatorze za pomocą wiadomości z balisy znajdującej się w odległości przed semaforem uwzględniającej drogę hamowania, funkcja FZ3.

Powyższa lista nie jest oczywiście zamknięta. Może być rozwijana w miarę zdobywania kolejnych doświadczeń.

Niezależnie od wybranych mechanizmów proponowane konfiguracje ERTMS\ETCS L1 LS będą realizowały funkcje związane z tranzycjami do/z obszaru LS, czyli opisywanymi wcześniej:

- a) przejściem (tranzycja) do trybu LS; funkcja FT;
- b) zapowiedzią przejścia (tranzycji) do poziomu L1; funkcja LTA;
- c) przejściem (tranzycja) do poziomu L1, funkcja LTO.

Mając na względzie fakt, że podejście do konfiguracji obszaru LS oparte o analizę ryzyka wymaga dodatkowych badań, jako rozwiązanie możliwe do wdrożenia na bieżąco proponuje się zbiór wariantów składających się z propozycji o ustalonej strukturze i wariancie elastycznym, który implementuje główną ideę L1LSPL. Proponowane warianty dla linii kolejowych w Polsce nie przewidzianych do wyposażenia w pełną wersję ERTMS\ETCS w obecnym Krajowym Planem Wdrożenia TSI Sterowanie zostały przedstawione w kolejnych punktach.

Metodyka opisu rozwiązania

- a. Rozwiązanie L1LSPL jest koncepcją wdrożenia w Polsce ERTMS\ETCS L1 LS.
- b. Rozwiązanie L1LSPL zawiera 4 warianty konfiguracji ERTMS\ETCS L1.
- c. Każdy wariant rozwiązania L1LSPL zostanie przedstawiony przy pomocy: ogólnej charakterystyki, rysunku poglądowego i opisu technicznego.
- d. Na rysunku poglądowym pokazane są następujące informacje:
 - schemat układu torowego,
 - obszary sieci kolejowej nadzorowane przez określoną konfigurację ERTMS/ETCS L1 LS ,
 - sygnalizatory,

- grupy balis,
 - względne odległości pomiędzy elementami systemu istotne dla rozwiązania,
 - względne zależności czasowe pomiędzy zdarzeniami istotne dla rozwiązania,
 - zdarzenia istotne dla rozwiązania,
 - przesyłane pakiety języka ETCS istotne dla rozwiązania,
 - informacje pokazywane na DMI istotne dla rozwiązania.
- e. Opis techniczny będzie wyjaśniał zawartość rysunku poglądowego.
- f. Dla rozwiązania określone zostaną typowe konfiguracje grup balis.
- g. Określone zostały następujące typowe grupy balis:
- grupa balis tranzycji do obszaru L1LS,
 - grupa balis tranzycji do obszaru L1,
 - grupa balis tranzycji do obszaru LS, TLS
 - grupa balis zapowiedzi tranzycji do obszaru L1, LTA,
 - grupa balis ostrzeżenia o zbliżaniu się do sygnalizatora,
 - grupa balis zezwolenia na jazdę,
 - grupa balis tymczasowego ograniczenia prędkości.
- h. Wymienione funkcje mogą być łączone w ramach jednej grupy balis, jeżeli są realizowane w tej samej lokalizacji,
- i. Warianty zakładają natychmiastowe przejście do trybu LS po otrzymaniu pakietu P80 (wariant b) zmiany trybu ETCS,
- j. Każda grupa balis jest opisana unikalnym numerem xx oraz kodem funkcji yyy w formacie BGxx_yyy np. BG01_FZ.

Warianty rozwiązania

W opracowaniu zaproponowałem cztery warianty rozwiązania o różnym stopniu funkcjonalności w zakresie zabezpieczenia ruchu kolejowego przy pomocy ETCS L1LS a tym samym o różnej złożoności i różnych kosztach. Były to:

- ostrzeganie,
- nadzór stacji i ostrzeganie na szlaku,
- nadzór stacji z uaktualnianiem i ostrzeganie na szlaku,
- elastyczny nadzór nad sygnalizatorem.

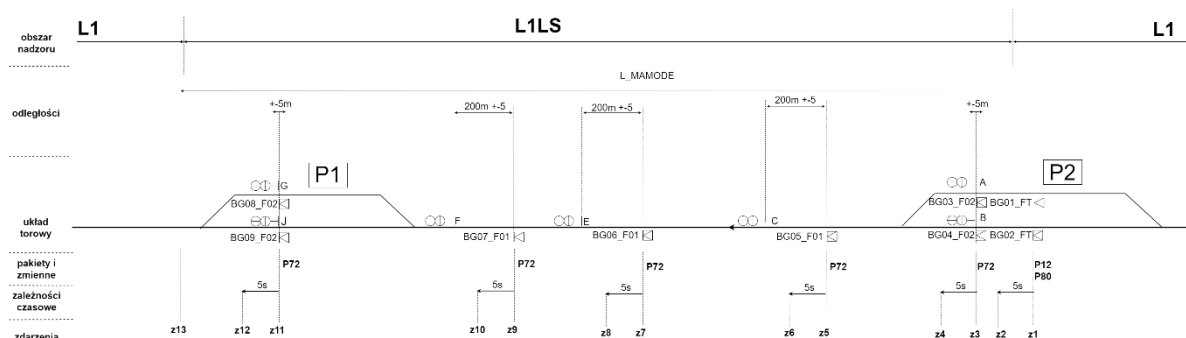
Jako przykład rozwiązania zostanie przytoczony opis pierwszego wariantu.

Wariant 1 – Ostrzeganie

Wariant 1 – przewiduje realizację funkcjonalności SHP z wykorzystaniem L1LS.

W tym wariancie konfiguracja L1LSPL będzie zawierać:

- grupy balis organizujące tranzycje,
- balisy stałe przekazujące komunikat tekstowy o zbliżaniu się do sygnalizatorów wymagający potwierdzenia (FO1) – brak potwierdzenia wdraża hamowanie służbowe.



Rys.8 Rysunek poglądowy wariantu 1(źródło: opracowanie własne).

Przykładową konfigurację wg wariantu 1 przedstawiono na rysunku 8. Dodatkowe wyposażenie dla urządzeń srk warstwy podstawowej stanowią grupy balis umieszczone w lokalizacjach odpowiadających czujnikom SHP: BG01, BG02 – które realizują funkcję FT, BG03, BG04, BG08, BG09 – które realizują funkcję FO2, oraz BG05, BG06, BG07, które realizują funkcję FO1. Wszystkie zastosowane balisy są balisami nieprzłączalnymi.

Pociąg wjeżdżając na stację P2 jedzie pod nadzorem ERTMS\ETCS L1. Jadąc torem stacyjnym zgodnie z posiadanym MA (P12) przejeżdża grupę balis BG01 lub BG02 i otrzymuje pakiet P12 oraz P80 (zdarzenie z1). Pakiet P12 zawiera zezwolenie na jazdę poza koniec obszaru LS. Pakiet zawiera informację o wjeździe do obszaru ERTMS\ETCS L1 LS. Maszynista ma 5s na potwierdzenie komunikatu. Jeżeli tego nie zrobi ETCS rozpocznie hamowanie (zdarzenie z2). Następuje przełączenie urządzeń pokładowych do trybu LS. Na DMI maszynista widzi aktualną prędkość i ogólne ograniczenie prędkości w obszarze L1LS. Podjeżdżając do semaforów wyjazdowych, pociąg przejeżdża nad grupą balis BG03 lub BG04 ostrzegającą o mijaniu sygnalizatora wyjazdowego (A lub B) przez wysyłanie pakietu P72 (zdarzenie z3). Na DMI pojawia się komunikat, który maszynista musi potwierdzić w ciągu 5s. Jeżeli tego nie zrobi ETCS rozpocznie hamowanie służbowe (zdarzenie z4). Pociąg jedzie dalej do stacji P1. Pociąg zbliżając się do semafora odstępowego C i przejeżdżając nad grupą balis BG05 otrzymuje pakiet P72 z komunikatem o zbliżaniu się do sygnalizatorów (zdarzenie z5). Na DMI pojawia się komunikat, który maszynista musi potwierdzić w ciągu 5s. Jeżeli tego nie zrobi ETCS rozpocznie hamowanie służbowe (zdarzenie z6). Następnie pociąg zbliża się do tarczy

ostrzegawczej E i przejeżdża nad grupą balis BG06 otrzymując pakiet P72 z komunikatem o zbliżaniu się do sygnalizatora (zdarzenie z7). Na DMI pojawia się komunikat, który maszynista musi potwierdzić w ciągu 5s. Jeżeli tego nie zrobi ETCS rozpocznie hamowanie służbowe (zdarzenie z8). Dojeżdżając do posterunku P1 pociąg podjeżdża do semafora wjazdowego otrzymując pakiet P72 z komunikatem o zbliżaniu się do sygnalizatora (zdarzenie z9). Na DMI pojawia się komunikat, który maszynista musi potwierdzić w ciągu 5s. Jeżeli tego nie zrobi ETCS rozpocznie hamowanie służbowe (zdarzenie z10). Podjeżdżając do semaforów wyjazdowych pociąg przejeżdża nad grupą balis BG08 lub BG09, które ostrzegają o mijaniu sygnalizatora wyjazdowego odpowiednio G lub J wysyłając pakiet 72 (zdarzenie z11). Na DMI pojawia się komunikat, który maszynista musi potwierdzić w ciągu 5s. Jeżeli tego nie zrobi ETCS rozpocznie hamowanie służbowe (zdarzenie z12). Jadąc dalej pociąg przejeżdża punkt na drodze jazdy oddalony o L_MAMODE od balis realizujących funkcję FT (BG01, BG02). W tym momencie urządzenia pokładowe wychodzą z trybu LS i kończy się przejazd pociągu przez obszar ERTMS\ETCS L1 LS, a pociąg jedzie dalej w obszarze ERTMS\ETCS L1.

Poziom bezpieczeństwa ruchu kolejowego przy takim rozwiązaniu możemy przyrównać do poziomu oferowanego przez SHP. Maszynista jest ostrzegany i kontrolowana jest jego gotowość. Należy zwrócić uwagę, że to rozwiązanie ma przewagę nad SHP. Powiadomienie przez system SHP jest takie samo jak od czuwaka. Powiadomienia od czuwaka przychodzą regularnie co 60s i powiadomienie od SHP niczym się nie różni. To może spowodować rutynowe potwierdzanie gotowości bez refleksji o zbliżaniu się do sygnalizatora. Powiadomienie komunikatem wywołanym P72 ma inny charakter i będzie lepiej zwracało uwagę maszynisty ze względu na zwoją odmiennność.

Koszty proponowanego rozwiązania kształtują się na stosunkowo niskim poziomie, a ich szacunki są następujące:

- koszt urządzeń to tylko koszt balis stałych montowanych w tych samych lokalizacjach co sygnalizatory SHP oraz balis organizujących tranzycie,
- koszt projektu jest dokładnie taki sam jak w przypadku SHP,
- koszt instalacji jest porównywalny z SHP,
- pojawia się dodatkowy koszt certyfikacji WE podsystemu, jednak dzięki temu zyskujemy interoperacyjny obszar sieci kolejowej.

Symulacja kosztów realizacji przedstawiona jest w: Tabela 2 Symulacja kosztów realizacji dla wariantu 1 rozwiązania (źródło: opracowanie własne). przy założeniu zastosowania 14 balis stałych i braku balis przełączalnych koszt inwestycji wyniósłby 366 200,00 zł.

Tabela 2 Symulacja kosztów realizacji dla wariantu 1 rozwiązania (źródło: opracowanie własne).

Elementy składowe	
liczba balis stałych	14
liczba balis przełączalnych	0
Koszt inwestycji	
projekt	40 000,00 zł
instalacja	256 200,00 zł
testy końcowe i certyfikacja	70 000,00 zł
SUMA	366 200,00 zł

Wyniki zaprezentowane w opracowaniu stanowią efekty badań rozwijającej się koncepcji Europejskiego Systemu Sterowania Pociągami – ETCS. Prowadzone prace są powiązane z działalnością Ośrodka Certyfikacji Transportu (OCT) powołanego do funkcjonowania na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej. Jako dyrektor i ekspert tej jednostki z jej działalnością wiąże badania nad systemem ETCS, który jest głównym przedmiotem działań certyfikacyjnych OCT. W streszczonym opracowaniu znalazło się zwięźczone wątku badawczego, które stanowiła specyfikacja czterech wariantów wdrożenia systemu ERTMS/ETCS poziomu zastosowania 1 pracującego w trybie ograniczonego nadzoru (ang. limited supervision) dla linii małoobciążonych. Warianty te stały się wzorcem dla rozwiązań aktualnie intensywnie dyskutowanych w branży sterowania ruchem kolejowym w Polsce.

Znaczenie osiągnięcia naukowego

Wątek moich prac badawczych stanowiący drugie osiągnięcie naukowe skupia się na automatyzacji i płynności prowadzenia pociągu. Szerokie ujęcie tematu uwzględniające aspekty techniczne i formalne poparte praktycznymi zastosowaniami stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport w obszarze automatyzacji i cyfryzacji sterowania ruchem kolejowym w kierunku pełnej automatyzacji ruchu kolejowego autonomicznych pociągów.

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 moim przekonaniu rozwój naukowy mojej osoby może być wspomagany przez współpracę z kompetentnymi naukowcami z innych środowisk i stymulowany przez wymianę doświadczeń. Dlatego też włączam się we wspólne działania z innymi ośrodkami naukowymi. Zakres merytoryczny tej współpracy obejmuje dyskusje i wspólne prace nad zagadnieniami związanymi z systemem ETCS, jak również szerzej z modelowaniem i symulacją systemu kolejowego. Zakres wspólnie podejmowanych aktywności to: wspólny udział w konferencjach, organizacja konferencji i seminariów, zajęcia dydaktyczne prowadzone dla studentów innych uczelni, opieka nad doktorantami innych uczelni w roli promotora pomocniczego. Istotne przykłady takich aktywności to:

- **Staż naukowy na Politechnice Śląskiej** – staż realizowałem w okresie 08.11.2022 – 10.01.2023 na Wydziale Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej, opiekunem naukowym stażu był dr hab. inż. Piotr Folęga, prof. PŚ. W ramach stażu zdefiniowano następujące cele:
 - zapoznanie się ze specyfiką krajowych i międzynarodowych projektów badawczych realizowanych przez Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej,
 - udział w pracach zespołu badawczego i przygotowanie prezentacji wyników we wspólnej publikacji naukowej,
 - uczestnictwo w seminariach naukowych organizowanych w Wydziale Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej,
 - identyfikacja wspólnych płaszczyzn badań systemów sterowania ruchem kolejowym w ramach nauk inżynieryjno-technicznych.

Wszystkie cele w trakcie stażu zostały zrealizowane. Efektem wspólnie prowadzonych badań były dwa artykuły naukowe, materiał dla zajęć dydaktycznych, wspólna praca nad koncepcją doktoratu wdrożeniowego dotyczącego pozycjonowania pociągów z wykorzystaniem nawigacji satelitarnej (opis dalej).

- **Wspólne seminarium Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej i Czech Technical University in Prague poświęcone systemowi ETCS** – wydarzenie było realizowane w wrześniu 2018 roku, spotkanie odbyło się w auli Politechniki Praskiej. W wydarzeniu wzięli udział pracownicy i studenci Wydziału Transportu PW. Ze strony polskiej zostały zaprezentowane między innymi następujące tematy:

- “Warsaw University of Technology Team of Command Control and Signalling Railway Systems Transport Certification Centre” – Andrzej Kochan,
 - “ICS Telecom software” – Łukasz Gruba,
 - “Characteristics of transitions between ERTMS/ETCS levels” – Emilia Koper.
- Ze strony czeskiej osobą odpowiedzialną za organizację był eng. Zdeněk Michl. Strona czeska zaprezentowała laboratorium sterowania ruchem kolejowym z elementami systemu ETCS. Uzupełnieniem seminarium była wizyta studialna w rzeczywistym centrum sterowania ruchem kolejowym w węźle kolejowym w Pradze.
- **Współpraca Politechniki Warszawskiej, Politechniki Śląskiej oraz Vilnius Gediminas Technical University, Department of Mobile Machinery and Railway Transport w zakresie publikacji naukowych** – ta międzynarodowa współpraca miała miejsce w trakcie trwania stażu na Politechnice Śląskiej. Wymiana poglądów i dyskusje na temat zastosowania metod formalnych w modelowaniu infrastruktury kolejowej zaowocowały wydaniem dwóch artykułów:
- A. Kochan, P. Folęga, R. Skirkus, i G. Bureika, „Multigraph IS: Part 1. A formal description of railway infrastructure for the digital twin of the ETCS application”, *Transport Problems*, t. 18, Art. nr 2, 2023, doi: 10.20858/tp.2023.18.2.04.
 - A. Kochan, P. Folęga, R. Skirkus, i G. Bureika, „Multigraph IS: Part 2. Verification of the digital twin of the European Train Control System Application”, *Transport Problems*, t. 18, Art. nr 3, 2023, doi: 10.20858/tp.2023.18.3.01.
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

Osiągnięcia dydaktyczne

Zadania dydaktyczne zacząłem realizować zaraz po rozpoczęciu pracy na stanowisku asystenta w Zakładzie Sterowania Ruchem Kolejowym. Były to ćwiczenia i laboratorium z Podstaw Automatyki oraz wykład i projekt z Cyfrowych systemów sterowania. Na studiach anglojęzycznych w ramach programu Erasmus rozpocząłem również prowadzenie autorskiego przedmiotu UML modeling of Railway Command Control System. Po obronie pracy doktorskiej w 2011 roku na stanowisku adiunkta zacząłem prowadzić przedmioty specjalnościowe dla specjalności sterowanie ruchem kolejowym. Były to między innymi Technika Sterowania ruchem kolejowym I i Sterowanie ruchem kolejowym II. Aktualnie

po opracowaniu przedmiotów dla nowych programów studiów uruchamianych od 2020 roku prowadzę autorskie przedmioty wymienione poniżej.

– **Autor i współautora dla przedmiotów specjalności sterowanie ruchem kolejowym i obieralnych,**

Jestem autorem przedmiotów specjalnościowych dla specjalności sterowanie ruchem kolejowym w Zakładzie Sterowania Ruchem i Infrastruktury Transportu WTPW. Ich lista jest następująca:

- Komputerowe systemy kierowania i sterowania ruchem kolejowym.
- Projektowanie komputerowych systemów kierowania i sterowania ruchem kolejowym.
- Interoperacyjność systemu kolei – system ERTMS/ETCS.
- Metody rozwiązywania problemów decyzyjnych sterowania ruchem kolejowym.
- Modelowanie i symulacja sterowania ruchem pojazdu szynowego.
- Programowalne systemy sterowania.
- Implementacja programowalnych systemów sterowania .

Dla studiów anglojęzycznych opracowałem przedmiot:

- UML modelling of Railway Command Control System.

Dla zbioru przedmiotów obieralnych opracowałem przedmiot:

- Programowanie w języku C.

Szczególłą uwagę zwracam na aspekty dotyczące systemu ETCS, techniki komputerowej i cyfryzacji kolei. Staram się wprowadzać do zajęć ze studentami elementy rozwiązywania praktycznych problemów.

– **Współautor programu studiów podyplomowych „Interoperacyjność systemu kolei”**

Studia podyplomowe „Interoperacyjność systemu kolei” są odpowiedzią na zapotrzebowanie branży kolejowej w zakresie specjalistów zajmujących się formalnymi aspektami interoperacyjności systemu kolei. Mój osobisty wkład dotyczy obszaru podsystemu Sterowanie w części przytorowej i pokładowej, jak również cyberbezpieczeństwa w zakresie zarządzania kluczami kryptograficznymi na potrzeby systemu transmisji danych. W ramach zajęć prowadzę dwa wykłady i laboratorium w trakcie, którego studenci korzystają z oprogramowania pozwalającego na symulację i modelowanie zagadnień sterowania ruchem kolejowym i organizacji ruchu kolejowego.

– **Promotor i recenzent prac inżynierskich i magisterskich**

Od 2011 roku wypromowałem ponad 100 prac dyplomowych na studiach inżynierskich i magisterskich. Wszystkie dotyczyły zagadnień z zakresu sterowania ruchem kolejowym lub organizacji ruchu kolejowego. W ostatnich kilku latach tematyka prac w znacznej mierze dotyczyła interoperacyjności systemu kolei oraz cyfryzacji systemu kolejowego. Przykładowe tematy prac obronionych, w tym roku to:

- „Aplikacje telematyczne w przewozach kolejowych według TSI”,
- „Cyfrowy projekt systemu SRK z systemem ETCS dla małej stacji”,
- „Porównanie zakresów scenariuszy operacyjnych obowiązujących dla systemów PKP PLK z funkcjami systemu ETCS”
- „Koncepcja stanowiska laboratoryjnego na potrzeby badania pulpitu maszynisty systemu ETCS - DMI”
- „Analiza porównawcza interfejsów komputerowych blokad liniowych ze stacyjnymi urządzeniami srk”

W roli recenzenta występowałem w tym samym czasie dla prac dyplomowych dla specjalności:

- Sterowanie Ruchem Kolejowym,
- Sterowanie Ruchem Drogowym,
- Telematyka w Transporcie,
- Logistyka Transportu Kolejowego.
- **Autor trzech monografii wykorzystywanych w dydaktyce**
 - Andrzej Kochan „Teoretyczne podstawy cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2023 - pozycja wykorzystywana w czasie zajęć zawierających elementy modelowania i symulacji.
 - Kochan Andrzej, Koper-Olecka Emilia: Innowacyjne systemy automatycznego transportu szynowego i ich wdrażanie w Polsce, 2021, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, - pozycja wykorzystywana przy omawianiu zagadnień automatyzacji transportu szynowego.
 - Paweł Wontorski, Kochan Andrzej: Komputerowe systemy kierowania i sterowania ruchem kolejowym. Część 1: Funkcje, elementy i układy, 2020, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-8156-128-0 – pozycja wykorzystywana przy omawianiu ogólnych zagadnień związanych ze sterowaniem i kierowaniem ruchem kolejowym oraz realizacji funkcji sterowania w technice komputerowej.

– **Promotor pomocniczy dla prac doktorskich**

Funkcję promotora pomocniczego pełniłem lub pełnię w przypadku trzech doktoratów:

- Paweł Wontorski „Metoda automatyzacji projektowania infrastruktury komputerowego systemu sterowania ruchem kolejowym” promotor dr hab. inż. Wiesław Zabłocki, prof. PW, doktorat obroniony,
- Juliusz Karolak „Metoda przygotowania specyfikacji interfejsu w powiązaniach komputerowych systemów sterowania ruchem kolejowym” promotor prof. dr hab. inż. Krzysztof Zboński, obrona 6.10.2023,
- Michał Steuer „Analiza możliwości pozycjonowania pociągów z zastosowaniem systemu nawigacji satelitarnej w aspekcie przepustowości i bezpieczeństwa linii kolejowych” dr hab. inż. Rafał Burdzik prof. PŚ, doktorat w fazie początkowej.

Tematyka wszystkich doktoratów wiąże się z obszarem mojej pracy naukowej. Współpraca w tym zakresie pozwala mi na rozwój mojego warsztatu naukowego i jest okazją dla publikowania wspólnych artykułów naukowych.

Osiągnięcia organizacyjne

- **2012 – obecnie - adiunkt w Zespole Naukowo - Dydaktycznym Sterowania Ruchem Kolejowym w Zakładzie Sterowania Ruchem i Infrastruktury Transportu,**

Jako adiunkt prowadzę działalność naukową i dydaktyczną, moje badania są mocno osadzone w aktualnych, praktycznych zagadnieniach branży sterowania ruchem kolejowym. Działalność dydaktyczną wzbogacam praktycznymi doświadczeniami z prac realizowanych dla przemysłu.

- **2019 – obecnie - kierownik N-D Zespołu Sterowania Ruchem Kolejowym,**

W Zakładzie Sterowania Ruchem i Infrastruktury Transportu kieruję pięcioosobowym zespołem dydaktyczno-naukowym koordynując działania związane z procesem dydaktycznym, rozwojem naukowym i obowiązkami administracyjnymi. W ostatnich dwóch latach dwóch pracowników uzyskało stopnie doktora. Zespół bierze czynny udział w konferencjach naukowo technicznych. Zespół opiekuje się czterema laboratoriami specjalnościowymi. Dzięki intensywnym wysiłkom mającym na celu popularyzację specjalności Sterowanie Ruchem Kolejowym w ostatnich latach znacząco zwiększyła się liczba studentów wybierających tą specjalizację.

- **2016 – obecnie - Dyrektor Ośrodka Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej**

W 2016 roku działając wspólnie z dr inż. Przemysławem Ilczukiem, dr inż. Lechem Konopińskim, mgr inż. Juliuszem Karolakiem, przy wsparciu ówczesnego dziekana prof. dr hab. inż. Wojciecha Wawrzyńskiego utworzyliśmy akredytowaną jednostkę certyfikującą urządzenia i systemy kolejowe. Szersza informacja o Ośrodku znajduje się w załączniku 13. Ośrodek realizuje procesy certyfikacyjne w zakresie urządzeń sterowania ruchem kolejowym i podsystemów Sterowanie, Energia, Infrastruktura, Ruch kolejowy na podstawie akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji dla Jednostki Oceniającej Wyroby i Jednostki Inspekcyjnej. Dla podsystemów prowadzi procesy Weryfikacji WE w oparciu o Dyrektywę Parlamentu Europejskiego ws. Interoperacyjności i Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności. Ponadto Ośrodek opiniuje techniczne rozwiązania dla transportu kolejowego, prowadzi badania terenowe, opracowuje ekspertyzy dla zagadnień zgodnych z kompetencjami zespołu.

– **2016 – obecnie kierownik Centrum Symulacji i Modelowania Systemów Kierowania i Sterowania Ruchem Kolejowym**

Jako kierownik laboratorium Centrum Symulacji i Modelowania Systemów Kierowania i Sterowania Ruchem Kolejowym, które zostało utworzone w wyniku grantu inwestycyjnego realizowanego ze środków Ministerstwa ... (pełniłem rolę kierownika grantu) dbam o wyposażenie laboratorium w nowoczesne oprogramowanie badawcze. Opracowuję materiały pozwalające na wykorzystanie laboratorium w dydaktyce i badaniach realizowanych dla przemysłu. W laboratorium zainstalowane jest również stanowisko dla badania elementów systemu ETCS poziom1, opracowane przez jednego ze studentów w ramach kierowanej przeze mnie pracy magisterskiej.

– **2016 – obecnie - członek Rady Wydziału Transportu,**

Jestem członkiem Rady Wydziału na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej od dwóch kadencji 2016-2020 i 2020-2024. Na posiedzeniach Rady Wydziału w których regularnie uczestniczę, staram się zabierać głos w sprawach związanych z organizacją promocji wśród studentów poszczególnych specjalności.

– **Członek rad naukowych konferencji technicznych,**

Jestem członkiem rad naukowych następujących konferencji naukowo technicznych:

- Komitetu Naukowego Konferencji „Pojazdy Kolejowe” – Politechnika Wrocławska
- Rada Programowa Konferencji Naukowo Technicznej „Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna Transport Kolejowy. Przeszłość–Teraźniejszość–Przyszłość”

- Rada programowa Konferencji Naukowo Technicznej ”Innowacyjne technologie w budowie, utrzymaniu, eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym i łączności w kolejnictwie polskim”
- Rada Naukowa Konferencji „Nowoczesne Technologie i Systemy Zarządzania w Transporcie Szynowym” NOVKOL
- **2008 – obecnie - opiekun studenckiego koła naukowego Balisa**

Jestem opiekunem naukowego koła studenckiego Noowczesnych Technik Sterowania Ruchem Kolejowym „Balisa”. W ramach koła opiekuję się realizowanymi przez studentów projektami, organizowanymi wycieczkami. Studenci są angażowani w prace nad artykułami naukowymi.

- **2020 – obecnie - członek grupy roboczej Krajowych Inteligentnych Specjalności,**
- **2020 – obecnie - członek Rady Konsultacyjnej Wydziału Transportu Nauka – Gospodarka,**

W ramach prac Rady biorę udział w spotkaniach, gdzie reprezentuję Wydział w rozmowach z podmiotami branży transportu kolejowego, a w szczególności sterowania ruchem kolejowym, w tym: Urzędem Transportu Kolejowego, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A, producentami urządzeń i systemów.

- **2015 - kierownik prac badawczych**

Projekty zrealizowane:

- Opracowanie dokumentacji przedprojektowej dla projektu „Utworzenie centrum bezpieczeństwa ruchu kolejowego” w ramach zadania „Prace przygotowawcze dla wybranych projektów perspektywy finansowej 2014-2020”, projekt realizowany dla PKP PLK Nr umowy 60/039/0015/15/Z/I, realizacja w latach 2015-2017, pełniona funkcja: kierownik zespołu Wydziału Transportu PW, zadania merytoryczne dotyczyły obszaru architektury systemu kierowania i sterowania ruchem kolejowym,
- projekt POIR.01.01.01-00-0276/17 p.t. 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, projekt realizowany w latach 2017-2022, pełniona funkcja: kierownik merytoryczny projektu ze strony Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej,

- projektu pn. „Cyfrowa kolej. Cyfrowy bliźniak aplikacji ETCS – wirtualne prototypowanie i symulacja scenariuszy operacyjnych”, projekt realizowany w latach 2021-2023, realizowanego w ramach konkursu BEYOND POB, pełniona funkcja: kierownik projektu, całkowity budżet projektu wynosi 199 999,95 zł, projekt realizowany na Wydziale transportu PW w konsorcjum z Wydziałem Elektroniki i Technik Informacyjnych PW,
- projekt wspierający prowadzenie działalności naukowej w Dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport pn. „Testing the Smooth Driving of a Train Using a Neural Network” projekt realizowany w latach 2020-2021 na Wydziale Transportu PW, pełniona funkcja: kierownik projektu

Projekty w toku realizacji

- grant badawczy w 2023 r. wspierający prowadzenie działalności naukowej w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport pn. „Metody weryfikacji poprawności funkcjonalnej we współpracy części przytorowej i pokładowej systemu ETCS” pełniona funkcja: kierownik projektu, projekt realizowany na Wydziale Transportu PW w konsorcjum z Wydziałem Elektroniki i Technik Informacyjnych PW, projekt realizowany od 2023
- projekt w ramach INTERREG B pn. “Revitalisation of Inner-Urban Freight Rail Hubs” realizowany w międzynarodowym konsorcjum:
 - Senate Department for the Environment Urban Mobility, Consumer Protection and Climate, - Niemcy,
 - Warsaw University of Technology – Polska,
 - City of Stockholm – Szwecja,
 - Trafikverket – Szwecja,
 - Metropoils GMZ – Polska,

pełniona funkcja: kierownik projektu w Politechnice Warszawskiej projekt realizowany od 2023

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

- **2015 – obecnie – auditor techniczny Polskiego Centrum Akredytacji,**

Jako auditor techniczny Polskiego Centrum Akredytacji realizuję zadania audytowe z zakresu Weryfikacji WE podsystemu Sterowanie w innych Jednostkach Notyfikowanych.

Oceniam kompetencje personelu, przebieg procesów przez pryzmat dokumentacji i realizację działań wynikających z poprzednich audytów.

- **2012 – obecnie - ekspert Politechniki Warszawskiej w zakresie sterowania ruchem kolejowym, interoperacyjności systemu kolei**

Jako ekspert PW brałem udział w audycji radiowej poświęconej bezpieczeństwu przejazdów kolejowo drogowych. Swoich opinii udzielałem również w czasopismach KZA Expres, Rynek kolejowy, Inżynier budownictwa.

- **2018 – obecnie – członek Stowarzyszenia Ekspertów i Menadżerów Transportu Szynowego**

Jako członek aktywnie wypowiadam się w debatach organizowanych przez stowarzyszenie, W ostatnich latach były to :

- Stan i potrzeby rozwojowych kolei w Polsce,
 - Konkurencyjności i rozwoju kolei w Polsce, w perspektywie 2030 roku.
- **2021 – obecnie – członek Komitetu Technicznego nr 138 ds. Kolejnictwa – Polskiego Komitetu Normalizacyjnego,**

.....
(podpis wnioskodawcy)

Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny

Informacje zawarte w poszczególnych punktach tego dokumentu powinny uwzględniać podział na okres przed uzyskaniem stopnia doktora oraz pomiędzy uzyskaniem stopnia doktora a uzyskaniem stopnia doktora habilitowanego.

**I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH,
O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY**

1. Monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy; lub
Monografia mojego autorstwa „Teoretyczne podstawy cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS” wydana przez oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej we wrześniu 2023.
2. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy
Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych z obszaru automatyzacji i płynności prowadzenia pociągu:
 1. Kochan Andrzej: System pokładowy w modelu warstwowym systemu kierowania i sterowania ruchem kolejowym, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, vol. 107, nr 3, 2015, s. 79-87, 5 punktów, udział merytoryczny 100%,
 2. Koper Emilia, Kochan Andrzej: Nowoczesne rozwiązanie transportu publicznego na przykładzie systemu INNOVIA Monorail 300, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, nr 2(116), 2018, s. 47-59, 5 punktów, udział merytoryczny 50%,
 3. Kochan Andrzej, Koper Emilia, Ilczuk Przemysław, Gruba Łukasz: Tranzycje w systemie ERTMS/ETCS, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, vol. 121, 2018, s. 147-159, 7 punktów, udział merytoryczny 25%,

4. Kochan Andrzej, Koper Emilia, Paweł Wontorski: Automatyczne prowadzenie pociągu – analiza wymagań, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, vol. 121, 2018, s. 161-170, 7 punktów, udział merytoryczny 50%,
5. Koper Emilia, Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław: Wybrane zagadnienia automatyzacji prowadzenia pojazdów szynowych, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, vol. 126, 2019, s. 75-87, 20 punktów, udział merytoryczny 40%,
6. Koper Emilia, Kochan Andrzej: Symulacje procesów ruchowych na linii wyposażonej w system ERTMS/ETCS w środowisku ERSa, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, nr 2(119), 2019, s. 121-132, 5 punktów, udział merytoryczny 50%,
7. Koper Emilia, Kochan Andrzej: Testing the Smooth Driving of a Train Using a Neural Network, Sustainability, vol. 12, nr 11, 2020, Numer artykułu: 4622, s. 1-14, DOI:10.3390/su12114622, 100 punktów, IF(2,592), udział merytoryczny 50%
8. Koper-Olecka Emilia, Kochan Andrzej: APM transport system concept for CPK terminals, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 130, 2020, s. 29-42, DOI:10.5604/01.3001.0014.5101, 20 punktów, udział merytoryczny 50%,
9. Szkopiński Janusz, Kochan Andrzej: Energy Efficiency and Smooth Running of a Train on the Route While Approaching Another Train, Energies, vol. 14, nr 22, 2021, s. 1-29, DOI:10.3390/en14227593, 140 punktów, IF(2,707) udział merytoryczny 50%,
3. Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy.

Nie dotyczy

W przypadku prac dwu- lub wieloautorских zaleca się złożenie oświadczenia przez habilitanta oraz współautorów wskazujące na ich merytoryczny (a NIE procentowy) wkład w powstanie każdej pracy [np. twórca hipotezy badawczej, pomysłodawca badań, wykonanie specyficznych badań (np. przeprowadzenie konkretnych doświadczeń, opracowanie i zebranie ankiet, itp.), wykonanie analizy wyników, przygotowanie

manuskryptu artykułu, i inne]. Określenie wkładu danego autora, w tym habilitanta, powinno być na tyle precyzyjne, aby umożliwić dokładną ocenę jego udziału i roli w powstaniu każdej pracy.

II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ ALBO ARTYSTYCZNEJ

1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1).

przed doktoratem

- brak

po doktoracie:

1. Kochan Andrzej Teoretyczne podstawy cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-8156-562-2, 1-215s 2023, 80 punktów, udział merytoryczny 100%,
2. Kochan Andrzej, Koper-Olecka Emilia: Innowacyjne systemy automatycznego transportu szynowego i ich wdrażanie w Polsce, 2021, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-8156-221-8, 1-112 s., 80 punktów (pozycja niewymieniona), udział merytoryczny 50%,
3. Paweł Wontorski, Kochan Andrzej: Komputerowe systemy kierowania i sterowania ruchem kolejowym. Część 1: Funkcje, elementy i układy, 2020, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-8156-128-0, 222 s., 80 punktów (pozycja niewymieniona), udział merytoryczny 50%.

2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.

przed doktoratem:

1. Karolak Juliusz, Kochan Andrzej: Zadania badawcze na stanowisku KSR Sosna w świetle TSI, W: XXVIII Seminarium Koła Naukowego "Mechaników" Warszawa, 23-24 kwietnia 2009 r. Referaty / Bogdanowicz Zdzisław[*i in.*](red.), 2009, Wojskowa Akademia Techniczna, ISBN 978-83-89399-53-3, s. 83-90, 3 punkty

po doktoracie:

2. Kochan Andrzej: Cyfryzacja i automatyzacja sterowania ruchem kolejowym, W: Ważne problemy transportu szynowego w 20-lecie reformy kolei / Wielądek Adam, Mateni Anna (red.), 2022, Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Technologii Eksploatacji, ISBN 978-83-964790-1-3, s. 75-83, 20 punktów
3. Kochan Andrzej, Buras Katarzyna: Model topologii układu torowego i infrastruktury funkcjonalnej w RCA-CPK , W: Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym / Lisowski Sergiusz (red.), 2022, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej Oddział w Krakowie, ISBN 978-83-63492-18-2, s. 119-130, 5 punktów

4. Kochan Andrzej, Koper Emilia: Analiza bezpieczeństwa funkcjonalności systemów automatycznego prowadzenia pociągu, W: Materiały XLVIII zimowej szkoły niezawodności. Niezawodność systemów technicznych, Szczyrk 2020 / Siergiejczyk Mirosław (red.), 2020, Politechnika Warszawska, ISBN 978-83-8156-025-2, s. 85-86, 20 punktów
 5. Kochan Andrzej, Rutkowska Paulina: Funkcjonalna analiza zagrożeń dla systemu zarządzania ruchem bezzałogowych statków powietrznych Pansa UTM, W: Materiały XLVIII zimowej szkoły niezawodności. Niezawodność systemów technicznych, Szczyrk 2020 / Siergiejczyk Mirosław (red.), 2020, Politechnika Warszawska, ISBN 978-83-8156-025-2, s. 87-88, 20 punktów
 6. Kochan Andrzej, Koper Emilia: Mathematical Model of the Movement Authority in the ERTMS/ETCS System, W: Research Methods and Solutions to Current Transport Problems / Siergiejczyk Mirosław, Krzykowska Karolina (red.), Advances in Intelligent Systems and Computing, 2020, Springer, ISBN 978-3-030-27686-7, s. 215-224, DOI:10.1007/978-3-030-27687-4_22, 20 punktów
 7. Paweł Wontorski, Kochan Andrzej: Application of Graph Theory for Description of the Infrastructure of the Signalling System, W: Research Methods and Solutions to Current Transport Problems / Siergiejczyk Mirosław, Krzykowska Karolina (red.), Advances in Intelligent Systems and Computing, 2020, Springer, ISBN 978-3-030-27686-7, s. 466-475, DOI:10.1007/978-3-030-27687-4_47, 20 punktów
 8. Koper Emilia, Kochan Andrzej, Gruba Łukasz: Simulation of the Effect of Selected National Values on the Braking Curves of an ETCS Vehicle, W: Development of Transport by Telematics / Mikulski Jerzy (red.), 2019, Springer, ISBN 978-3-030-27546-4, s. 17-31, DOI:10.1007/978-3-030-27547-1_2, 20 punktów
 9. Kochan Andrzej, Łukasz Gruba: Analysis of the Migration Process in the ERTMS System from GSM Technology to LTE on the Polish Railway, W: Management Perspective for Transport Telematics / Mikulski Jerzy (red.), Communications in Computer and Information Science, 2018, Springer, ISBN 978-3-319-97955-7, s. 249-262, DOI:10.1007/978-3-319-97955-7_17, 20 punktów
3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii.
- przed doktoratem
- brak
- po doktoracie:
- Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, Redaktor wydania specjalnego Tom 131 „Cyfrowa kolej” 2020, Ten numer periodyku był poświęcony aktualnym pracom prowadzonych przez różnych naukowców w kontekście procesu cyfryzacji kolei, z którymi

toczyłem dyskusje w kontekście własnych badań nad Cyfrowym bliźniakiem aplikacji ETCS.

4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.2).

1. Szkopiński Janusz, Kochan Andrzej: Maximization of Energy Efficiency by Synchronizing the Speed of Trains on a Moving Block System, *Energies*, 2023, vol. 16, nr 4, s.1-26, Numer artykułu:1764. DOI:10.3390/en16041764. 100 punktów, (niewymieniona),
2. Kochan Andrzej, Fołęga Piotr, Skirkus Remigijus [i in.]: Multigraph IS: Part 1. A formal description of railway infrastructure for the digital twin of the ETCS application, *Transport Problems*, 2023, vol. 18, nr 2, s.43-52, Numer artykułu:4. DOI:10.20858/tp.2023.18.2.04, 100 punktów, (niewymieniona),
3. Kochan Andrzej, Fołęga Piotr, Skirkus Remigijus [i in.]: Multigraph IS: Part 2. Verification of the digital twin of the European Train Control System application, *Transport Problems*, 2023, vol. 18, nr 3, s.5-14, Numer artykułu: 4. DOI:10.20858/tp.2023.18.3.01, 100 punktów, (niewymieniona),
4. Kochan Andrzej, Fołęga Piotr, Skirkus Remigijus [i in.]: Multigraph IS: Part 1. A formal description of railway infrastructure for the digital twin of the ETCS application, *Transport Problems*, 2023, vol. 18, nr 2, s.43-52, Numer artykułu:4. DOI:10.20858/tp.2023.18.2.04, 100 punktów, (niewymieniona),
5. Kochan Andrzej, Daszczuk Wiktor B., Grabski Waldemar [i in.]: Formal Verification of the European Train Control System (ETCS) for Better Energy Efficiency Using a Timed and Asynchronous Model, *Energies*, 2023, vol. 16, nr 8, s.1-24, Numer artykułu:3602. DOI:10.3390/en16083602, 140 punktów, (niewymieniona),
6. Karolak Juliusz, Daszczuk Wiktor B., Grabski Waldemar, Kochan Andrzej: Temporal Verification of Relay-Based Railway Traffic Control Systems Using the Integrated Model of Distributed Systems, *Energies*, vol. 15, nr 23, 2022, Numer artykułu: 9041, s. 1-23, DOI:10.3390/en15239041, 140 punktów, IF(2,707), (niewymieniona),
7. Kochan Andrzej: Cyberbezpieczeństwo systemów sterowania ruchem kolejowym, *Inżynier Budownictwa: miesięcznik Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa.*, Wydawnictwo Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa Sp. z o.o., nr 1/2021, 2021, s. 71-75, 5 punktów, (niewymieniona),
8. Kochan Andrzej: Digital Twin Concept of the ETCS application, *WUT Journal of Transportation Engineering*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 131, 2021, s. 87-98, DOI:10.5604/01.3001.0014.8199, 20 punktów, (niewymieniona),
9. Kochan Andrzej: Innowacyjne systemy automatycznego transportu szynowego i ich wdrażanie w Polsce, *Rynek Kolejowy*, Zespół Doradców Gospodarczych "Tor", 2021, s. 58-60, 5 punktów, (niewymieniona),

10. Kochan Andrzej: Model infrastruktury Cyfrowego Bliźniaka aplikacji ETCS, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, 2021, s. 187-200, 5 punktów, (niewymieniona),
11. Samkowska Iga, Kochan Andrzej: Praktyczne zastosowanie RailML, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, 2021, s. 325-334, 5 punktów, (niewymieniona),
12. Szkopiński Janusz, Kochan Andrzej: Energy Efficiency and Smooth Running of a Train on the Route While Approaching Another Train, *Energies*, vol. 14, nr 22, 2021, s. 1-29, DOI:10.3390/en14227593, 140 punktów, IF(2,707),
13. Kochan Andrzej: Cyfrowy bliźniak systemu sterowania ruchem kolejowym, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, nr 2(121)/2020, 2020, s. 55-65, 5 punktów, (niewymieniona),
14. Kochan Andrzej: Editorial, *WUT Journal of Transportation Engineering*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 131, 2020, s. 5-6, DOI:10.5604/01.3001.0014.9059, (niewymieniona),
15. Koper Emilia, Kochan Andrzej: Testing the Smooth Driving of a Train Using a Neural Network, *Sustainability*, vol. 12, nr 11, 2020, Numer artykułu: 4622, s. 1-14, DOI:10.3390/su12114622, 100 punktów, IF(2,592),
16. Koper-Olecka Emilia, Kochan Andrzej: APM transport system concept for CPK terminals, *WUT Journal of Transportation Engineering*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 130, 2020, s. 29-42, DOI:10.5604/01.3001.0014.5101, 20 punktów,
17. Paweł Wontorski, Dzierżak Magdalena, Kochan Andrzej: Oprogramowanie BIM w projektowaniu systemów sterowania ruchem kolejowym – analiza porównawcza, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, nr 2(121)/2020, 2020, s. 91-103, 5 punktów
18. Karolak Juliusz, Kochan Andrzej: Zastosowanie protokołów TCP i UDP w powiązaniu systemów sterowania ruchem kolejowym, *WUT Journal of Transportation Engineering*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, vol. 126, 2019, s. 49-59, 20 punktów, (niewymieniona),
19. Kochan Andrzej, Paweł Wontorski, Koper Emilia: Katalog rodzajów elementów i układów sterowania ruchem kolejowym, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria:

- Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, nr 2(119), 2019, s. 109-120, 5 punktów, (niewymieniona),
20. Kochan Andrzej, Gruba Łukasz, Koper Emilia: The Importance of the Cryptographic Key Management System for the Cybersecurity of the ERTMS System, Archives of Transport System Telematics, Polskie Stowarzyszenie Telematyki Transportu, vol. 12, nr 2, 2019, s. 17-24, 5 punktów, (niewymieniona),
 21. Koper Emilia, Kochan Andrzej: Symulacje procesów ruchowych na linii wyposażonej w system ERTMS/ETCS w środowisku ERSA, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, nr 2(119), 2019, s. 121-132, 5 punktów,
 22. Koper Emilia, Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław: Wybrane zagadnienia automatyzacji prowadzenia pojazdów szynowych, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, vol. 126, 2019, s. 75-87, 20 punktów,
 23. Paweł Wontorski, Kochan Andrzej: Poziomy szczegółowości modelu (LOD) w projektowaniu infrastruktury sterowania ruchem kolejowym w technologii BIM, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, nr 2(119), 2019, s. 283-295, 5 punktów, (niewymieniona),
 24. Szmel Dariusz, Zabłocki Wiesław, Ilczuk Przemysław, Kochan Andrzej: Method for Selecting the Safety Integrity Level for the Control-Command and Signaling Functions, Sustainability, vol. 11(24), nr 7062, 2019, s. 1-15, DOI:10.3390/su11247062, 100 punktów, IF(2,592). (niewymieniona),
 25. Szmel Dariusz, Zabłocki Wiesław, Ilczuk Przemysław, Kochan Andrzej: Wybrane zagadnienia oceny ryzyka w odniesieniu do systemów sterowania ruchem kolejowym, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 127, 2019, s. 81-91, 20 punktów, (niewymieniona),
 26. Gruba Łukasz, Kochan Andrzej, Koper Emilia, Ilczuk Przemysław: Nomenklatura trybów pracy urządzeń pokładowych systemu ERTMS/ETCS w warunkach polskiej sieci kolejowej, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, vol. 121, 2018, s. 67-84, 7 punktów
 27. Kochan Andrzej, Koper Emilia, Paweł Wontorski: Automatyczne prowadzenie pociągu – analiza wymagań, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, vol. 121, 2018, s. 161-170, 7 punktów,

28. Kochan Andrzej, Rutkowska Paulina, Mateusz Wójcik: Inspection of the railway infrastructure with the use of unmanned aerial vehicles, Archives of Transport System Telematics, Polskie Stowarzyszenie Telematyki Transportu, vol. 11, nr 2, 2018, s. 11-17, 11 punktów,
29. Kochan Andrzej, Koper Emilia, Ilczuk Przemysław, Gruba Łukasz: Tranzycje w systemie ERTMS/ETCS, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, vol. 121, 2018, s. 147-159, 7 punktów,
30. Koper Emilia, Kochan Andrzej: Nowoczesne rozwiązanie transportu publicznego na przykładzie systemu INNOVIA Monorail 300, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, nr 2(116), 2018, s. 47-59, 5 punktów,
31. Paweł Wontorski, Kochan Andrzej: Elektroniczny system obiegu dokumentacji projektowej urządzeń srk – wybrane zagadnienia, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, vol. II, nr 2(116), 2018, s. 143-156, 5 punktów, (niewymieniona),
32. Paweł Wontorski, Kochan Andrzej: Wybrane zagadnienia zarządzania projektem w aspekcie automatyzacji projektowania urządzeń srk, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 121, 2018, s. 411-421, 7 punktów, (niewymieniona),
33. Kochan Andrzej, Koper Emilia: Cyberbezpieczeństwo systemów kierowania i sterowania ruchem kolejowym, TTS Technika Transportu Szynowego, EMI-PRESS, nr 12, 2017, s. 247-253, 5 punktów, (niewymieniona),
34. Kochan Andrzej, Koper Emilia: Proces certyfikacji podsystemów strukturalnych w świetle regulacji prawnych, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 118, 2017, s. 119-129, 7 punktów, (niewymieniona),
35. Kochan Andrzej, Wilga Marek: Uniwersalny elektroniczny pulpit nastawczy, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 116, 2017, s. 121-128, 7 punktów, (niewymieniona),
36. Kochan Andrzej, Koper Emilia: Wybrane aspekty związane z zastosowaniem technologii LED w sygnalizatorach kolejowych, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 119, 2017, s. 103-114, 7 punktów, (niewymieniona),
37. Koper Emilia, Kochan Andrzej: Certyfikacja interfejsów w świetle regulacji prawnych, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej.

- Oddział w Krakowie, vol. II, nr 2(113), 2017, s. 79-90, 5 punktów, (niewymieniona),
38. Koper Emilia, Kochan Andrzej: Soczewka sygnalizatora kolejowego w ujęciu formalnym, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, vol. II, nr 2(113), 2017, s. 91-101, 5 punktów, (niewymieniona),
 39. Łukasz Gruba, Siergiejczyk Mirosław, Kochan Andrzej, Gago Stanisław: Radio planning and transmission network design of GSM-R system for the railway line, Archives of Transport System Telematics, Polskie Stowarzyszenie Telematyki Transportu, vol. 10, nr 2, 2017, s. 3-7, 11 punktów, (niewymieniona),
 40. Paweł Wontorski, Kochan Andrzej, Więsek Angelika: Badanie czasochłonności projektowania urządzeń sterowania ruchem kolejowym, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, vol. II, nr 2(113), 2017, s. 187-198, 5 punktów, (niewymieniona),
 41. Paweł Wontorski, Kochan Andrzej: Możliwości wdrożenia modelowania Informacji o obiekcie (BIM) w projektowaniu urządzeń srk, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 118, 2017, s. 351-362, 7 punktów, (niewymieniona),
 42. Paweł Wontorski, Kochan Andrzej: Projektowanie zdecentralizowanych struktur komputerowych systemów sterowania ruchem kolejowym, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, vol. II, nr 2(113), 2017, s. 173-185, 5 punktów, (niewymieniona),
 43. Szkopiński Janusz, Kochan Andrzej: Istota identyfikacji granic podsystemów w procesie certyfikacji infrastruktury kolejowej, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 116, 2017, s. 287-297, 7 punktów, (niewymieniona),
 44. Kochan Andrzej, Paweł Wontorski: Automatyzacja procesu projektowania urządzeń sterowania ruchem kolejowym, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, vol. II, nr 3(110), 2016, s. 111-122, 5 punktów, (niewymieniona),
 45. Kochan Andrzej: System pokładowy w modelu warstwowym systemu kierowania i sterowania ruchem kolejowym, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji

Rzeczypospolitej Polskiej. Oddział w Krakowie, vol. 107, nr 3, 2015, s. 79-87, 5 punktów

46. Kochan Andrzej, Konopiński Lech, Ilczuk Przemysław, Karolak Juliusz: Wymagania formalno-prawne dotyczące badania interfejsów w systemach sterowania ruchem kolejowym, Problemy Kolejnictwa, Instytut Kolejnictwa, vol. 59, nr 168, 2015, s. 21-26, 8 punktów
47. Kochan Andrzej: Simulation Tasks for the Didactic Stand, Archives of Transport System Telematics, Polskie Stowarzyszenie Telematyki Transportu, vol. 6, nr 3, 2013, s. 14-17, 11 punktów, (niewymieniona),
48. Kochan Andrzej: Symulator rzeczywistego ruchu pociągów SRP-WT, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 95, 2013, s. 247-255, 7 punktów, (niewymieniona),
49. Karolak Juliusz, Kochan Andrzej: Laboratorium kierowania i sterowania ruchem kolejowym, TTS Technika Transportu Szynowego, EMI-PRESS, nr 9, 2012, s. 2105-2115, 4 punkty, (niewymieniona),
50. Karolak Juliusz, Kochan Andrzej: Możliwości wykorzystania panelu dotykowego dla obsługi stanowiska kontroli dyspozytorskiej, Logistyka, Instytut Logistyki i Magazynowania, nr 4, 2010, s. 1-12, 6 punktów, (niewymieniona),
51. Kochan Andrzej, Karolak Juliusz: Badania podsystemu kontroli dyspozytorskiej, WUT Journal of Transportation Engineering, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, nr 69, 2009, s. 77-88, (niewymieniona),
52. Kochan Andrzej, Karolak Juliusz: Implementacja podsystemu kontroli dyspozytorskiej na stanowisku dydaktyczno – badawczym KSR Sosna, Logistyka, Instytut Logistyki i Magazynowania, nr 4, 2009, s. 1-9, (niewymieniona),

5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

- Koncepcja Infrastruktury Cyfrowego Bliźniaka Aplikacji ETCS, (niewymieniona)
 - koncepcja technologiczna opracowana w ramach projektu „Cyfrowa kolej. Cyfrowy bliźniak aplikacji ETCS – wirtualne prototypowanie i symulacja scenariuszy operacyjnych”, koncepcję opracowałem samodzielnie w 2022 roku, aktualnie znajduje zastosowanie w realizacji usług certyfikacyjnych w Ośrodku Certyfikacji Transportu WTPW,
- Wybrane elementy Systemu automatycznego prowadzenia pociągu metra rmCBTC, (niewymieniona) – jestem autorem algorytmów automatycznego prowadzenia pociągu opisanych, algorytmy te posłużyły jako wzorce projektowe dla modułów funkcjonalnych części przytorowej i pokładowej systemu rmCBTC, prace prowadzone były w 2019 r. w ramach projektu POIR.01.01.01-00-0276/17 p.t. 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,

- Wybrane elementy Systemu kierowania i sterowania ruchem dla Metra Warszawskiego, (niewymieniona) – byłem autorem algorytmów symulacji ruchu pociągów dla projektowanych linii metra, symulator pozwalał na weryfikację konfiguracji urządzeń sterowania ruchem kolejowym (aplikacja srk) pod kątem zapewnienia bezpieczeństwa i wymagań przyszłego użytkownika, prace były prowadzone w latach 2005-2010 w ramach zespołu Zakładu Sterowania Ruchem Kolejowym WTPW,
 - Wybrane elementy Wieloprocessorowego Systemu Kierowania Ruchem II (WSKR II), (niewymieniona) – byłem autorem algorytmów przetwarzania w czasie rzeczywistym danych opisujących sytuację ruchową, które sygnalizowały potencjalne konflikty ruchowe, zwracały dane opisujące jakość ruchu (np. opóźnienia) i stan infrastruktury (np. zajętość torów),
6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).
- **nie dotyczy**
7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.
1. Kochan Andrzej: Formalna weryfikacja aplikacji ETCS z wykorzystaniem scenariuszy operacyjnych XXV Konferencja Naukowa Pojazdy Szynowe 2023, prezentacja
 2. Kochan Andrzej: Infrastruktura cyberbezpieczeństwa w cyfrowych systemach sterowania ruchem kolejowym XII Konferencja Naukowo-Techniczna Systemy Logistyczne - Teoria i Praktyka 2023, prezentacja w sesji plenarnej
 3. Kochan Andrzej i in : Rewitalizacja śródmiejskich towarowych węzłów kolejowych, XII Konferencja Naukowo-Techniczna Systemy Logistyczne - Teoria i Praktyka 2023, poster
 4. Kochan Andrzej „Nowoczesne trendy w systemach kierowania i sterowania ruchem kolejowym” Konferencji Naukowo-Technicznej pt. „Innowacyjne technologie w budowie, utrzymaniu, eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym i łączności w kolejnictwie polskim”, 2023, prezentacja
 5. Kochan Andrzej „Rozwój standardów interfejsów w systemach sterowania” Konferencji Naukowo-Technicznej pt. „Innowacyjne technologie w budowie,

- utrzymaniu, eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym i łączności w kolejnictwie polskim”, 2023, prezentacja
6. Kochan Andrzej „Multigraf IS jako formalny opis infrastruktury kolejowej” Transport XX w 2022, prezentacja
 7. Kochan Andrzej „Model topologii układu torowego i infrastruktury funkcjonalnej w RCA-CPK”, XXI Konferencja Naukowo Techniczna Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym, NOVKOL, 2022,
 8. Kochan Andrzej, Łukasz Gruba „Wyzwania techniczne cyberbezpieczeństwa systemów sterowania ruchem kolejowym” Posiedzenie Sekcji Sterowania Ruchem w Transporcie Komitetu Transportu Polskiej Akademii Nauk, 2022,
 9. Kochan Andrzej „Wybrane zagadnienia wdrażania systemu ETCS. Cyfrowy bliźniak aplikacji ETCS” Konferencji Naukowo-Technicznej pt. „Innowacyjne technologie w budowie, utrzymaniu, eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym i łączności w kolejnictwie polskim”, 2022, prezentacja
 10. Kochan Andrzej „Koordynacja testów ESC/RSC. Kryteria oceny kompatybilności ESC” Konferencji Naukowo-Technicznej pt. „Innowacyjne technologie w budowie, utrzymaniu, eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym i łączności w kolejnictwie polskim”, 2022, prezentacja
 11. Kochan Andrzej, Łukasz Gruba „Wyzwania techniczne cyberbezpieczeństwa systemów sterowania ruchem kolejowym” Posiedzenie Sekcji Sterowania Ruchem w Transporcie Komitetu Transportu Polskiej Akademii Nauk, 2022,
 12. Kochan Andrzej „Infrastruktura Cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS”, XX Konferencja Naukowo Techniczna Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym, NOVKOL, 2021,
 13. Drózd Paweł, Ilczuk Przemysław, Karolak Juliusz, Kochan Andrzej, Koper Emilia: Wybór specjalności Specjalność SRK, spotkanie ze studentami II roku, Zespół SRK, Warszawa, 15 stycznia 2020 r. , 1-17 s., 2020, prezentacja
 14. Kochan Andrzej: Cyfrowy bliźniak systemu sterowania ruchem kolejowym, 1-25 s., 2020, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , XIX Konferencja Naukowo-Techniczna Nowoczesne Technologie I Systemy Zarządzania W Transporcie Szynowym NOVKOL’20, webinarium on-line 2020, prezentacja
 15. Kochan Andrzej, Koper Emilia: Analiza bezpieczeństwa funkcjonalności systemów automatycznego prowadzenia pociągu, 2020, XLVIII Zimowa Szkoła Niezawodności ZSN 2020 2020, poster
 16. Rutkowska Paulina, Kochan Andrzej: Funkcjonalna analiza zagrożeń dla systemu zarządzania ruchem bezzałogowych statków powietrznych Pansa UTM, 2020, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , XLVIII Zimowa Szkoła Niezawodności ZSN 2020 2020, poster
 17. Kochan Andrzej, Paweł Wontorski, Koper Emilia: Katalog elementów i układów sterowania ruchem kolejowym, 1-11 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , XVIII

- Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna: Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym 2019, prezentacja
18. Kochan Andrzej, Karolak Juliusz, Górka Anna: Podsumowanie efektów realizacji zadania „Wyposażenie centrum modelowania i testowania systemów i urządzeń zarządzania ruchem kolejowym i drogowym”, 1-43 s., 2019, prezentacja
 19. Kochan Andrzej: Systemy sterowania ruchem kolejowym oraz interfejsy – ich kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu, 1-20 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , Forum Bezpieczeństwa Kolejowego 2019, prezentacja
 20. Kochan Andrzej, Gruba Łukasz, Koper Emilia: The importance of the cryptographic key management system for the cybersecurity of the ERTMS system, 1-18 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , 19th International Conference on Transport System Telematics 2019, prezentacja
 21. Koper Emilia, Kochan Andrzej, Gruba Łukasz: Simulation of the effect of selected National Values on the braking curves of an ETCS vehicle, 1-15 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , 19th International Conference on Transport System Telematics 2019, prezentacja
 22. Koper Emilia, Kochan Andrzej: Symulacje procesów ruchowych na linii wyposażonej w system ertms/etcs W środowisku ERSA, 1-18 s., 2019, XVIII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna: Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym 2019, prezentacja
 23. Paweł Wontorski, Kochan Andrzej: Poziomy szczegółowości modelu (LOD) w projektowaniu infrastruktury sterowania ruchem kolejowym w technologii BIM, 1-20 s., 2019, XVIII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna: Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym 2019, prezentacja
 24. Gruba Łukasz, Kochan Andrzej, Koper Emilia, Ilczuk Przemysław: Nomenklatura trybów pracy urządzeń pokładowych systemu ERTMS/ETCS w warunkach polskiej sieci kolejowej, 1-9 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , X Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna Systemy Logistyczne Teoria i Praktyka 2018, prezentacja
 25. Kochan Andrzej, Koper Emilia, Paweł Wontorski: Automatyczne prowadzenie pociągu - analiza wymagań, 1-14 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , X Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna Systemy Logistyczne Teoria i Praktyka 2018, prezentacja
 26. Kochan Andrzej: Automatyzacja prowadzenia ruchu pojazdów szynowych, 1-26 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , prezentacja

27. Kochan Andrzej: Certyfikacja i ocena bezpieczeństwa linii E20, 1-17 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , Konferencja Naukowo-Techniczna "Innowacyjne technologie w budowie, utrzymaniu, eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym i łączności w kolejnictwie polskim" 2018, prezentacja
28. Kochan Andrzej: Cyberbezpieczeństwo w systemach sterowania ruchem kolejowym, 1-16 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , Konferencja Cyberbezpieczeństwo w transporcie kolejowym 2018, prezentacja
29. Kochan Andrzej, Paweł Wontorski: Elektroniczny system obiegu dokumentacji projektowej urządzeń srk –wybrane zagadnienia, 1-16 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , XVII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna: Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym 2018, prezentacja
30. Kochan Andrzej, Koper Emilia: Nowoczesne rozwiązanie transportu publicznego na przykładzie systemu Innovia Monorail 300, 1-15 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , XVII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna: Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym 2018, prezentacja
31. Kochan Andrzej: Ocena ryzyka wg 402/2013 Doświadczenia Jednostki inspekcyjnej. Podsystem sterowanie – urządzenia przytorowe, 1-11 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , Akademia Urzędu Transportu Kolejowego 2018, prezentacja
32. Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Gruba Łukasz: Tranzycje w systemie ERTMS/ETCS, 1-13 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , X Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna Systemy Logistyczne Teoria i Praktyka 2018, prezentacja
33. Kochan Andrzej: Warsaw University of Technology Team of Command Control and Signalling Railway Systems Transport Certification Centre, 1-11 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , Międzynarodowe seminarium naukowe ČVUT v Praze 2018, prezentacja
34. Kochan Andrzej: Współpraca z przemysłem w Ośrodku Certyfikacji Transportu, 1-16 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , Konferencja Naukowo-Techniczna "Innowacyjne technologie w budowie, utrzymaniu, eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym i łączności w kolejnictwie polskim" 2018, prezentacja
35. Kochan Andrzej, Paweł Wontorski: Wybrane zagadnienia zarządzania projektem w aspekcie automatyzacji projektowania urządzeń srk, 1-14 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , X Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna Systemy Logistyczne Teoria i Praktyka 2018, prezentacja

36. Kochan Andrzej: Wypadki na przejazdach kolejowo-drogowych -postulaty działań ograniczających ryzyko, 1-18 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , Forum Bezpieczeństwa Kolejowego 2018, prezentacja
 37. Kochan Andrzej: Integracja systemów informatycznych w procesie oceny znaczenia zmiany, 1-20 s., 2016, XIII Konferencja „Telekomunikacja i informatyka na Kolei”, Wisła 2016, Wisła, Polska 2016, prezentacja
 38. Kochan Andrzej: Integracja systemów informatycznych w procesie oceny znaczenia zmiany, 1-20 s., 2016, prezentacja
 39. Kochan Andrzej: Możliwości wykorzystania urządzeń telewizji przemysłowej na przejazdach kolejowo-drogowych, 1-14 s., 2016, prezentacja
8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.
1. 2022 – obecnie – członek Komitetu Naukowego Konferencji „Pojazdy Szynowe” – Politechnika Wrocławska
 2. 2019 – obecnie – członek Rada Programowa Konferencji Naukowo Technicznej „Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna Transport Kolejowy. Przeszłość–Teraźniejszość–Przyszłość”
 3. 2019 – obecnie – członek rady programowej Konferencji Naukowo Technicznej ”Innowacyjne technologie w budowie, utrzymaniu, eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym i łączności w kolejnictwie polskim”
 4. 2018 – obecnie – członek Rady Naukowej Konferencji „Nowoczesne Technologie i Systemy Zarządzania w Transporcie Szynowym” NOVKOL
 5. 2017 Organizator konferencji „Tranzycje ETCS” Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej
 6. 2017 Organizator konferencji Rozwój Ośrodka Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej a potrzeby integracji i certyfikacji systemu kolei Unii Europejskiej 2017
9. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.

Projekty zrealizowane:

- projekt POIR.01.01.01-00-0276/17 p.t. 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, projekt realizowany w

- latach 2017-2022, projekt realizowany przez konsorcjum: Rail-Mil Computers sp. z o.o. i Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej pełniona funkcja: kierownik merytoryczny projektu ze strony Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej, całkowity budżet projektu 14 208 174,56;
- projektu pn. „Cyfrowa kolej. Cyfrowy bliźniak aplikacji ETCS – wirtualne prototypowanie i symulacja scenariuszy operacyjnych”, projekt realizowany w latach 2021-2023, realizowanego w ramach konkursu BEYOND POB, pełniona funkcja: kierownik projektu, całkowity budżet projektu 199 999,95 zł, projekt realizowany na Wydziale transportu PW w konsorcjum z Wydziałem Elektroniki i Technik Informacyjnych PW,
 - projekt wspierający prowadzenie działalności naukowej w Dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport pn. „Testing the Smooth Driving of a Train Using a Neural Network” projekt realizowany w latach 2020-2021 na Wydziale Transportu PW, pełniona funkcja: kierownik projektu,

Projekty w toku realizacji

- grant badawczy w 2023 r. wspierający prowadzenie działalności naukowej w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport pn. „Metody weryfikacji poprawności funkcjonalnej we współpracy części przytorowej i pokładowej systemu ETCS”, pełniona funkcja: kierownik projektu, projekt realizowany na Wydziale Transportu PW w konsorcjum z Wydziałem Elektroniki i Technik Informacyjnych PW, projekt realizowany od 2023,
- projekt w ramach programu INTERREG B pn. “Revitalisation of Inner-Urban Freight Rail Hubs” realizowany w międzynarodowym konsorcjum:
 - Senate Department for the Environment Urban Mobility, Consumer Protection and Climate, - Niemcy,
 - Warsaw University of Technology – Polska,
 - City of Stockholm – Szwecja,
 - Trafikverket – Szwecja,
 - Metropoils GMZ – Polska,
 pełniona funkcja: kierownik projektu w Politechnice Warszawskiej projekt realizowany od 2023
- projekt w ramach konkursu „Szybka ścieżka” pt. „Innowacyjny system predykcyjnej eksploatacji układu lokomotywa-otoczenie z wykorzystaniem

technologii rozszerzonej rzeczywistości” POIR.01.01.01-00-0158/21 projekt realizowany przez Politechnikę Wrocławską od 2021 roku, pełniona funkcja: ekspert z zakresu cyfrowego bliźniaka lokomotywy,

10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.

- 2021 – obecnie - członek Sekcji Sterowania Ruchem w Transporcie (SSRwT) Komitetu Transportu Polskiej Akademii Nauk (KT PAN) – we wrześniu 2022 roku w czasie Posiedzenia Sekcji Sterowania Ruchem w Transporcie Komitetu Transportu Polskiej Akademii Nauk prezentowałem temat „Wyzwania techniczne cyberbezpieczeństwa systemów sterowania ruchem kolejowym”
- 2018 – obecnie - członek Stowarzyszenia Ekspertów i Menadżerów Transportu Szynowego .

11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.

- Politechnika Śląska, Katowice, staż naukowy, realizowałem w okresie 08.11.2022 – 10.01.2023 na Wydziale Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej, opiekunem naukowym stażu był dr hab. inż. Piotr Fołęga, prof. PŚ.

12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.).

- Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, Redaktor wydania specjalnego Tom 131 „Cyfrowa kolej” 2020, Redaktor,

13. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych.

- Artykuły naukowe Konferencji „Nowoczesne Technologie i Systemy Zarządzania w Transporcie Szynowym” NOVROL – 6 artykułów;
- Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, Redaktor wydania specjalnego Tom 131 „Cyfrowa kolej” 2020, - 8- artykułów;

14. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.

- Program INTERREG B I - aktualnie realizacja projektu pt. “Revitalisation of Inner-Urban Freight Rail Hubs” w międzynarodowym konsorcjum, pkt. II.9

15. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9.

- zespół badawczy Zakładu Sterowania Ruchem Kolejowym WTPW – prace statutowe,
- zespół badawczy Zakładu Sterowania Ruchem i Infrastruktury Transportu WTPW – prace statutowe,
- zespół badawczy Politechniki Śląskiej,

16. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.

- komisja ds. nagrody za najlepszy referat dla młodych naukowców konferencji NOVKOL, konferencja organizowana przez SITK Kraków, edycje w latach 2020-2023,
- komisja ds. nagród i wyróżnień dla uczestników Programowa Konferencji Naukowo Technicznej „Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna Transport Kolejowy. Przeszłość–Teraźniejszość–Przyszłość”, konferencja organizowana przez Urząd Transportu Kolejowego, lata 2017-2023,

III. WSPÓŁPRA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

1. Wykaz dorobku technologicznego.

- Cyfrowy bliźniak aplikacji ETCS (CBAE) – wirtualne odwzorowanie aplikacji ETCS i jej otoczenia

Zastosowania:

- monitoring i weryfikacja poprawności działania aplikacji ETCS w czasie rzeczywistym,
- automatyczna weryfikacja procesu projektowania aplikacji ETCS,
- symulacyjna weryfikacji poprawności działania aplikacji ETCS.

Technologia znalazła się w publikacji prezentującej ofertę technologiczną Politechniki Warszawskiej - katalogu „Badania Innowacje Technologie 2021”. Publikacja skierowana była do środowiska biznesu, przedsiębiorstw, które chciałyby zwiększyć swój potencjał konkurencyjny na rynku, korzystając z innowacyjnych rozwiązań opracowanych przez naukowców (Zał. 14).

Technologia jest stosowana dla realizacji usług Ośrodka Certyfikacji Transportu. Przykładem są testy kompatybilności systemu ETCS wykonywane o Ośrodka

Testowym z wykorzystaniem cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS do symulacji jazdy pociągu zgodnie ze scenariuszami operacyjnymi stanowiącymi definicje testów.

2. Współpraca z sektorem gospodarczym.

Jako dyrektor Ośrodka Certyfikacji Transportu (szerszy opis w osiągnięciach organizacyjnych) i kierownik Zespołu N-D sterowania ruchem kolejowym brałem udział w realizacji następujących usług (ponad 200 raportów, patrz pkt III.5.) dla podmiotów branży kolejowej:

- procesy weryfikacji WE zakończone certyfikatem,
- procesy inspekcji dla procesów Analizy Ryzyka zakończone Raportem Jednostki Oceniającej,
- procesy certyfikacji typu dla urządzeń sterowania ruchem,
- procesy certyfikacji zgodności z typem dla urządzeń sterowania ruchem,
- procesy oceny według procedury SMS-PW17 Polskich Linii kolejowych PKP S.A.,
- opinie techniczne w zakresie oceny boku wpływu na bezpieczeństwo ruchu kolejowego,
- ekspertyzy z zakresu sterowania ruchem kolejowym w tym systemu ERTMS/ETCS, transmisji danych, oceny bezpieczeństwa zmian wprowadzanych do systemu kolei,
- koordynacja testów ESC i RSC,

Wymienione usługi realizowane są dla takich podmiotów jak:

- Ministerstwo Infrastruktury,
- Urząd transportu kolejowego,
- PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.,
- Metro Warszawskie,
- Koleje Mazowieckie
- NEWAG,
- Alstom,
- Thales Polska (Groud Transportation Systems Polska),
- Kolster,
- Kombud,
- Kyosan Europe Sp. z o.o.
- Torpol,
- AGP Metro Polska,
- KZA Kraków,
- KZA Katowice,
- KZA Zielonka,

- ETA Gliwice,
 - DGT,
 - Pyrlandia
 - P.P.H.U. MACIEJ GROT
- i innych.

3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych.

- brak

4. Wykaz wdrożonych technologii.

Wdrożenia technologii, w których brałem udział zawsze łączyły się różnymi modułami architektury systemu kierowania i sterowania ruchem kolejowym. Wdrożenia dotyczyły następujących rozwiązań:

- Cyfrowy bliźniak aplikacji ETCS (CBAE) – wirtualne odwzorowanie aplikacji ETCS i jej otoczenia

Technologia jest stosowana dla realizacji usług Ośrodka Certyfikacji Transportu. Przykładem są testy kompatybilności systemu ETCS wykonywane w Ośrodku Testowym z wykorzystaniem cyfrowego bliźniaka aplikacji ETCS do symulacji jazdy pociągu zgodnie ze scenariuszami operacyjnymi stanowiącymi definicje testów.

- Wieloprocesorowy System Kierowania Ruchem – WSKR II

innowacyjne rozwiązanie techniczne opracowane na Wydziale Transportu oparte o technikę komputerową (sterowniki przemysłowe firmy PEP i system czasu rzeczywistego OS-9) opracowany na Wydziale Transportu i zainstalowany na linii kolejowej E30 na odcinku Kraków – Tarnów. System był rozwijany w latach 90-tych, a następnie eksploatowany przez 20 lat w niezmienionej architekturze, co przy współcześnie stosowanym sprzęcie komputerowym jest nieosiągalne. System realizował funkcje PIP – Przekazywania Informacji o Pociągu i CD Centrum Dyspozytorskiego co pozwalało na cyfryzację i automatyzację takich funkcji jak: łączność zapowiadawcza, dziennik ruchu, komunikacja pomiędzy dyżurnymi ruchu, automatyczne kreślenie wykresu ruchu, automatyczna archiwizacja wszystkich zdarzeń w systemie. W projekcie tym uczestniczyłem w końcowej fazie rozwoju na stanowisku programisty. Realizowałem moduły odpowiedzialne za przetwarzanie danych o sytuacji ruchowej pociągów.

– System kierowania i zdalnego prowadzenia pociągu w Metrze Warszawskim – system opracowany na Wydziale Transportu, aktualnie rozwijany przez firmę RailMil Computers Sp z o.o. . System pozwala prowadzić ruch pociągów w Metrze Warszawskim z jednego Centrum Dyspozytorskiego. Na poszczególnych stacjach zainstalowane są urządzenia zależnościowe WTUZ-M, które gwarantują bezpieczeństwo ruchu pociągów na liniach metra. System jest stopniowo rozwijany od końca lat 90-tych przez zespół Zakładu Sterowania Ruchem Kolejowym. Posiada wiele modułów funkcjonalnych zapewniających współpracę z różnymi systemami towarzyszącymi np. systemami technicznymi poszczególnych stacji związanych z obsługą pasażerów. W projekcie tym pełniłem rolę architekta systemowego i opracowywałem koncepcje modułów raportowania i zobrazowania sytuacji ruchowej oraz symulacji ruchu pociągów.

5. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.
 - 1 Kochan Andrzej, Koper Emilia: Analiza prawno-techniczna dla technologii, projektu OCT_18398_SRK_BiR, w zakresie podsystemu „Sterowanie”, OT_18398_1_I_3_SRK_OTE_PL, 1-61 s., 2020, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 2 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Koper-Olecka Emilia, Karolak Juliusz, Wójcik Mateusz, Zhyhalov Dmytro, Pogorzelska Aneta, Kryca Bartłomiej, Giżyńska Oliwia: Ekspertyza możliwości eksploatacyjno-technicznych wdrożenia w Polsce ETCS poziom 1 LS na liniach kolejowych nieprzewidzianych do wyposażenia w pełną wersję ETCS poziomu 1 lub 2 w obecnym krajowym planie wdrażania TSI Sterowanie, RA_20528_1_I_8_SRK_BIR_PL_UTK ETCS L1_20201130, 1-183 s., 2020, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 3 Kochan Andrzej, Koper-Olecka Emilia: Koncepcja zastosowania rodziny rozwiązań BT Innovia 300 dla Centralnego Portu Komunikacyjnego, 1-102 s., 2020, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 4 Korzeb Jarosław, Ilczuk Przemysław, Kochan Andrzej: Opinia w zakresie zasadności wymagania certyfikatu IRIS (ISO/TS 22163) od wykonawcy przeglądu P4 elektrycznych zespołów trakcyjnych (EZT), OT_20573_I_1_TAB_OTE, 1-10 s., 2020, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 5 Grochowski Krzysztof, Kochan Andrzej, Paweł Wontorski, Wychowański Wawrzyniec, Józwik Kamil, Karolak Juliusz, Czerniak Piotr, Wilga Marek: Wytyczne techniczne projektowania i budowy urządzeń kierowania i

- sterowania ruchem pojazdów Metra Warszawskiego. ETAP I, RA_18335_1_I_1_SRK_BiR_PL, 1-166 s., 2019, Wydział Transportu , raport naukowo-badawczy
- 6 Ilczuk Przemysław, Czerniak Piotr, Wilga Marek, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17289_SRK-TEL_LPU - na etapie projektowania. Część W1: Wykaz dokumentów związanych, RA_17289_EP_W1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-81 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 7 Ilczuk Przemysław, Czerniak Piotr, Wilga Marek, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17289_SRK-TEL_LPU - na etapie projektowania. Część Z1: Wykaz obiektów poddawanych ocenie, RA_17289_EP_Z1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-30 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 8 Ilczuk Przemysław, Czerniak Piotr, Wilga Marek, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17289_SRK-TEL_LPU - na etapie projektowania. Raport, RA_17289_EP_I_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-38 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 9 Ilczuk Przemysław, Wilga Marek, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu Sterowanie - urządzenia przytorowe w odniesieniu do technicznych specyfikacji interoperacyjności w zakresie detekcji pociągu, projektu: OCT_17289_SRK-TEL_LPU - etap projektowania. Raport, RA_17289_EP_I_1_SRK-TSI_PL, 1-50 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 10 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Gruba Łukasz: Analiza kompatybilności wraz z analizą skutków implementacji wniosków o zmianę (CR), o których mowa w opinii Agencji Kolejowej Unii Europejskiej (ERA/OPI/2017-2) w urządzeniach przytorowych systemu ERTMS/ETCS - Analiza CR w odniesieniu do sieci zarządzanej przez PKP PLK S.A, RA_19441_ZII_OCT_SRK_BIR_PL, 1-74 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy

- 11 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Gruba Łukasz: Analiza kompatybilności wraz z analizą skutków implementacji wniosków o zmianę (CR), o których mowa w opinii Agencji Kolejowej Unii Europejskiej (ERA/OPI/2017-2) w urządzeniach przytorowych systemu ERTMS/ETCS - Analiza CR w odniesieniu do sieci zarządzanej przez PKP PLK S.A, RA_19441_ZI_OCT_SRK_BIR_PL, 1-53 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 12 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Gruba Łukasz: Analiza kompatybilności wraz z analizą skutków implementacji wniosków o zmianę (CR), o których mowa w opinii Agencji Kolejowej Unii Europejskiej (ERA/OPI/2017-2) w urządzeniach przytorowych systemu ERTMS/ETCS - Analiza CR w odniesieniu do sieci zarządzanej przez PKP PLK S.A, RA_19441_I_1_OCT_SRK_BiR, 1-4 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 13 Kochan Andrzej: Certyfikat Zgodności Typu dla projektu: OCT_17284_SRK_CZT, CE_17284_1_I_1_SRK_CZT_PL, 1-1 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 14 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Gruba Łukasz: Compatibility analysis including the impact analysis of the implementation of the change requests (CR) referred to in the opinion of the European Union Agency of Railways (ERA/OPI/2017-2) in trackside equipment of the ERTMS/ETCS - Analysis of CR in accordance to network managed by PKP PLK S.A. , RA_19441_ZI_OCT_SRK_BIR_EN, 1-48 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 15 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Gruba Łukasz: Compatibility analysis including the impact analysis of the implementation of the change requests (CR) referred to in the opinion of the European Union Agency of Railways (ERA/OPI/2017-2) in trackside equipment of the ERTMS/ETCS - Analysis of CR in accordance to network managed by PKP PLK S.A. , RA_19441_ZII_OCT_SRK_BIR_EN, 1-63 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 16 Konopiński Lech, Koper Emilia, Józwik Kamil, Kochan Andrzej: Opinia końcowa projektu OCT_SRK_2016_099_PW17, OT_16099_II_1_SRK_SMSPW17, 1-19 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 17 Konopiński Lech, Józwik Kamil, Chrzanowska Katarzyna, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_18372_SRK_OTE, OT_18372_1_I_1_SRK_OTE_PL, 1-33 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 18 Konopiński Lech, Koper Emilia, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_19425_SRK_OTE, OT_19425_SRK_OTE_II_1_PL, 1-40 s., 2019, Ośrodek

- Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 19 Konopiński Lech, Wilga Marek, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_19425_SRK_OTE, OT_19425_III_1_SRK_OTE_PL, 1-35 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 20 Konopiński Lech, Koper Emilia, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_19425_SRK_OTE, OT_19425_SRK_OTE_I_1_PL, 1-39 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 21 Konopiński Lech, Wilga Marek, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_19425_SRK_OTE, OT_19425_IV_1_SRK_OTE_PL, 1-33 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 22 Konopiński Lech, Korzeb Jarosław, Opala Michał, Wilga Marek, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_19426_SRK_OTE, OT_19426_I_1_SRK_OTE_PL, 1-15 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 23 Konopiński Lech, Józwik Kamil, Wilga Marek, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_19433_SRK_CSM, OP_19433_1_I_1_SRK_OTE_PL, 1-15 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 24 Konopiński Lech, Koper Emilia, Józwik Kamil, Kochan Andrzej: Sprawozdanie z badań eksploatacyjnych projektu OCT_SRK_2016_099_PW17, RA_16099_I_1_SRK_SMSPW17, 1-41 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 25 Konopiński Lech, Józwik Kamil, Chrzanowska Katarzyna, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_19440_SRK_LPU - na etapie budowy i prób końcowych, weryfikacja uzupełniająca. W1: Wykaz dokumentów związanych, RA_19440_EB_EPK_W1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-56 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 26 Konopiński Lech, Karolak Juliusz, Wójcik Mateusz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17290_SRK-TEL_LPU - na etapie projektowania. Część 1: Opis podsystemu, RA_17290_EP_1_2_SRK-TEL_LPU_PL, 1-10 s., 2019,

Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej
, raport naukowo-badawczy

- 27 Konopiński Lech, Karolak Juliusz, Wójcik Mateusz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17290_SRK-TEL_LPU - na etapie projektowania. Część 2: Analiza i ocena spełnienia wymagań zasadniczych, RA_17290_EP_2_2_SRK-TEL_LPU_PL, 1-13 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 28 Konopiński Lech, Karolak Juliusz, Wójcik Mateusz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17290_SRK-TEL_LPU - na etapie projektowania. Część 3: Wnioski z weryfikacji, RA_17290_EP_3_2_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 29 Konopiński Lech, Karolak Juliusz, Wójcik Mateusz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17290_SRK-TEL_LPU - na etapie projektowania. Część P1: Preambuła, RA_17290_EP_P1_2_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 30 Konopiński Lech, Karolak Juliusz, Wójcik Mateusz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17290_SRK-TEL_LPU - na etapie projektowania. Część Z1: Wykaz obiektów poddawanych ocenie, RA_17290_EP_Z1_2_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 31 Konopiński Lech, Karolak Juliusz, Wójcik Mateusz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17290_SRK-TEL_LPU - na etapie projektowania. W1: Wykaz dokumentów związanych, RA_17290_EP_W1_2_SRK-TEL_LPU_PL,

- 1-19 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 32 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Chrzanowska Katarzyna, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_19440_SRK_LPU - na etapie budowy i prób końcowych, weryfikacja uzupełniająca. Część I: Opis podsystemu, RA_19440_EB_EPK_I_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-14 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 33 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Chrzanowska Katarzyna, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_19440_SRK_LPU - na etapie budowy i prób końcowych, weryfikacja uzupełniająca. Część II: Formalna analiza i ocena projektu, RA_19440_EB_EPK_II_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-21 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 34 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Chrzanowska Katarzyna, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_19440_SRK_LPU - na etapie budowy i prób końcowych, weryfikacja uzupełniająca. Część III: Analiza i ocena spełnienia wymagań zasadniczych, RA_19440_EB_EPK_III_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-15 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 35 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Chrzanowska Katarzyna, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_19440_SRK_LPU - na etapie budowy i prób końcowych, weryfikacja uzupełniająca. Część IV: Wnioski z weryfikacji, RA_19440_EB_EPK_IV_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 36 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Chrzanowska Katarzyna, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów

- normalizacyjnych, projektu: OCT_19440_SRK_LPU - na etapie budowy i prób końcowych, weryfikacja uzupełniająca. Część Z1: Wykaz obiektów poddawanych ocenie, RA_19440_EB_EPK_Z1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-9 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 37 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Chrzanowska Katarzyna, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_19440_SRK_LPU - na etapie budowy i prób końcowych, weryfikacja uzupełniająca. Preambuła, RA_19440_EB_EPK_P1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 38 Konopiński Lech, Karolak Juliusz, Wójcik Mateusz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu Sterowanie - urządzenia przytorowe w odniesieniu do technicznych specyfikacji interoperacyjności w zakresie systemu detekcji pociągu, projektu: OCT_17290_SRK-TEL_LPU - na etapie projektowania. Analiza i ocena wymagań zasadniczych, RA_17290_EP_1_1_SRK_TSI_PL, 1-25 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 39 Koper Emilia, Wilga Marek, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_19444_SRK_OTE, OT_19444_1_I_1_SRK_OTE_PL, 1-37 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 40 Tomczuk Piotr, Chrzanowicz Marcin, Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Biernacki Tomasz, Konopiński Lech, Kochan Andrzej: Opinia końcowa projektu OCT_SRK_2016_074_ PW17, OT_16074_5_1_ENE_SMSPW_PL, 1-24 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 41 Tomczuk Piotr, Chrzanowicz Marcin, Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Biernacki Tomasz, Konopiński Lech, Kochan Andrzej: Opinia końcowa projektu OCT_SRK_2016_074_ PW17, OT_16074_6_1_ENE_SMSPW_PL, 1-24 s., 2019, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 42 Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Konopiński Lech, Kochan Andrzej: Raport jednostki oceniającej w sprawie oceny bezpieczeństwa dla projektu OCT_18394_SRK_CSM, RA_18394_1_1_1_SRK_CSM_PL, 1-15 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy

- 43 Ilczuk Przemysław, Konopiński Lech, Dikunow Błażej, Gruba Łukasz, Kita Kaja, Kochan Andrzej: Raport z niezależnej oceny bezpieczeństwa dla projektu OCT_17214_SRK_CSM, RA_17214_I_1_SRK_OTE, 1-22 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 44 Ilczuk Przemysław, Konopiński Lech, Dikunow Błażej, Gruba Łukasz, Kita Kaja, Kochan Andrzej: Raport z niezależnej oceny bezpieczeństwa dla projektu OCT_17216_SRK_CSM, RA_17216_I_1_SRK_OTE, 1-16 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 45 Ilczuk Przemysław, Wilga Marek, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do technicznych specyfikacji interoperacyjności, projektu: OCT_18383_SRK_TSI, RA_18383_EP-EB-EPK_I_1_SRK_TSI_PL, 1-48 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 46 Ilczuk Przemysław, Konopiński Lech, Dikunow Błażej, Gruba Łukasz, Kita Kaja, Kochan Andrzej: Załącznik nr 1 do raportu z niezależnej oceny bezpieczeństwa dla projektu OCT_17214_SRK_CSM, RA_17214_Z1_1_SRK_OTE, 1-28 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 47 Ilczuk Przemysław, Konopiński Lech, Dikunow Błażej, Gruba Łukasz, Kita Kaja, Kochan Andrzej: Załącznik nr 1 do raportu z niezależnej oceny bezpieczeństwa dla projektu OCT_17216_SRK_CSM, RA_17216_Z1_1_SRK_OTE, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 48 Ilczuk Przemysław, Konopiński Lech, Dikunow Błażej, Gruba Łukasz, Kita Kaja, Kochan Andrzej: Załącznik nr 2 do raportu z niezależnej oceny bezpieczeństwa dla projektu OCT_17214_SRK_CSM, RA_17214_Z2_1_SRK_OTE, 1-52 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 49 Karolak Juliusz, Zabłocki Wiesław, Grabarek Iwona, Ilczuk Przemysław, Krukowicz Tomasz, Górka Anna, Rutkowska Paulina, Jóźwik Kamil, Chrzanowska Katarzyna, Biernacki Tomasz: Analiza i weryfikacja zasad określania widoczności sygnałów świetlnych nadawanych przez sygnalizatory kolejowe i wskaźniki stosowane na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP PLK S.A. Wersja końcowa, OT_18387_2_I_3_SRK_OTE_PL , 1-144 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 50 Karolak Juliusz, Jóźwik Kamil, Chrzanowska Katarzyna, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_18390_SRK_OTE, OP_18390_I_1_1_SRK_OTE_PL, 1-

- 22 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 51 Karolak Juliusz, Jóźwik Kamil, Biernacki Tomasz, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_18406_SRK_OTTE, OP_18406_I_1_2_SRK_OTTE_PL, 1-12 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 52 Karolak Juliusz, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Kita Kaja, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_049_LPU, RA_15049_EP_I_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-23 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 53 Karolak Juliusz, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Kita Kaja, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_049_LPU, RA_15049_EP_W1_2_SRK-TEL_LPU_PL, 1-69 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 54 Karolak Juliusz, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Kita Kaja, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_049_LPU, RA_15049_EP_Z1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-15 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 55 Karolak Juliusz, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Kita Kaja, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_049_LPU, RA_15049_EP_IV_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-27 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 56 Karolak Juliusz, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Kita Kaja, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów

- normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_049_LPU, RA_15049_EP_P1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 57 Karolak Juliusz, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Kita Kaja, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_049_LPU, RA_15049_EP_II_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-36 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 58 Karolak Juliusz, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Kita Kaja, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_049_LPU, RA_15049_EP_III_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-36 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 59 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Konopiński Lech, Koper Emilia, Rutkowska Paulina, Karolak Juliusz, Biernacki Tomasz, Chrzanowska Katarzyna, Kita Kaja, Zabłocki Wiesław: Analiza bezpieczeństwa ruchu kolejowego dla zwiększenia prędkości do 250 km/h na linii kolejowej nr 4 (ocena znaczenia zmiany) oraz opracowanie metody wykonywania analizy koszty-korzyści dla wygradzania linii kolejowych Podsumowanie i wnioski z analizy bezpieczeństwa [Vol. 5/5], Wersja 2.0, 1-43 s., 2018, CTH Tersa Idzikowska , Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , TOR AUDYTOR Sp. z o.o. , raport naukowo-badawczy
- 60 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Konopiński Lech, Koper Emilia, Rutkowska Paulina, Karolak Juliusz, Biernacki Tomasz, Chrzanowska Katarzyna, Kita Kaja, Zabłocki Wiesław: Analiza bezpieczeństwa ruchu kolejowego dla zwiększenia prędkości do 250 km/h na linii kolejowej nr 4 (ocena znaczenia zmiany) oraz opracowanie metody wykonywania analizy koszty-korzyści dla wygradzania linii kolejowych. Wprowadzenie do analizy potencjalnego wpływu zwiększenia prędkości na linii kolejowej nr 4 do 250 km/h, na bezpieczeństwo ruchu kolejowego [Vol. 1/5], Wersja 2.0, 1-30 s., 2018, CTH Tersa Idzikowska , Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , TOR AUDYTOR Sp. z o.o. , raport naukowo-badawczy
- 61 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Karolak Juliusz, Koper Emilia, Wilga Marek, Gruba Łukasz: Koncepcja systemu zarządzania kluczami kryptograficznymi dla systemu ETCS zgodnie z wymaganiami określonymi w Baseline 3. Opis

- teoretyczny, RA_18331_1_1_1_SRK_BIR_PL, 1-30 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 62 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Karolak Juliusz, Koper Emilia, Wilga Marek, Gruba Łukasz: Koncepcja systemu zarządzania kluczami kryptograficznymi dla systemu ETCS zgodnie z wymaganiami określonymi w Baseline 3. Słownik skrótów, pojęć, akronimów i definicji, RA_18331_1-2-3_4_1_SRK_BIR_PL, 1-9 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 63 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Karolak Juliusz, Koper Emilia, Wilga Marek, Gruba Łukasz: Koncepcja systemu zarządzania kluczami kryptograficznymi dla systemu ETCS zgodnie z wymaganiami określonymi w Baseline 3. Specyfikacja procedur i organizacji procesu zarządzania kluczami oraz wymagania programowe i sprzętowe, RA_18331_2_1_1_SRK_BIR_PL, 1-70 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 64 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Karolak Juliusz, Koper Emilia, Wilga Marek, Gruba Łukasz: Koncepcja systemu zarządzania kluczami kryptograficznymi dla systemu ETCS zgodnie z wymaganiami określonymi w Baseline 3. Zasady dystrybucji kluczy kryptograficznych dla urządzeń przytorowych systemu ERTMS/ETCS poziomu 2, RA_18331_3_1_1_SRK_BIR_PL, 1-15 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 65 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Karolak Juliusz, Koper Emilia, Wilga Marek, Gruba Łukasz: Koncepcja systemu zarządzania kluczami kryptograficznymi dla systemu ETCS zgodnie z wymaganiami określonymi w Baseline 3. Zasady wydawania Przewoźnikom kluczy kryptograficznych dla urządzeń systemu ERTMS/ETCS poziom 2, RA_18331_3_2_1_SRK_BIR_PL, 1-19 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 66 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Karolak Juliusz, Koper Emilia, Wilga Marek, Gruba Łukasz: Koncepcja systemu zarządzania kluczami kryptograficznymi dla systemu ETCS zgodnie z wymaganiami określonymi w Baseline 3. Zasady wymiany kluczy kryptograficznych ERTMS/ETCS z innymi zarządcami infrastruktury, RA_18331_3_3_1_SRK_BIR_PL, 1-10 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 67 Konopiński Lech, Karolak Juliusz, Wójcik Mateusz, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_17272_SRK_OT, OT_17272_1_SRK_OTE, 1-14 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy

- 68 Konopiński Lech, Karolak Juliusz, Wójcik Milena, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_17288_SRK_OTE, OT_17288_1.0_SRK_OTE, 1-14 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 69 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_17293_SRK_OTE, OP_17293_1_2_SRK_OTE_PL, 1-32 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 70 Konopiński Lech, Koper Emilia, Kochan Andrzej: Opinia techniczna projektu OCT_17305_SRK_OTE, OTE_17305_I_1_SRK, 1-37 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 71 Konopiński Lech, Koper Emilia, Kochan Andrzej: Opinia wstępna projektu OCT_SRK_2016_099_PW17, OT_16099_1_1_SRK_SMSPW17, 1-13 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 72 Konopiński Lech, Koper Emilia, Kochan Andrzej: Program badań eksploatacyjnych projektu OCT_SRK_2016_099_PW17, RP_16099_2_2_SRK_SMSPW17, 1-9 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 73 Konopiński Lech, Kita Kaja, Ilczuk Przemysław, Kochan Andrzej: Raport jednostki oceniającej w sprawie oceny bezpieczeństwa dla projektu OCT_18330_SRK_CSM, RA_18330_1_1_2_SRK_CSM_PL, 1-22 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 74 Konopiński Lech, Kita Kaja, Ilczuk Przemysław, Kochan Andrzej: Raport jednostki oceniającej w sprawie oceny bezpieczeństwa dla projektu OCT_18394_SRK_CSM, RA_18394_1_1_2_SRK_CSM_PL, 1-17 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 75 Konopiński Lech, Karolak Juliusz, Jóźwik Kamil, Biernacki Tomasz, Chrzanowska Katarzyna, Kochan Andrzej: Raport projektu OCT_18396_SRK_BiR, RA_18396_1_1_1_INF-SRK_BiR, 1-39 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 76 Konopiński Lech, Wilga Marek, Jóźwik Kamil, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia wymagań dotyczących systemu detekcji w odniesieniu do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI), projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_I_1_SRK_TSI_PL, 1-8 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 77 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia wymagań dotyczących systemu detekcji w odniesieniu do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI), projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_I_1_SRK_TSI_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek

Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy

- 78 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia wymagań dotyczących systemu detekcji w odniesieniu do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI), projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_II_1_SRK_TSI_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 79 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia wymagań dotyczących systemu detekcji w odniesieniu do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI), projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_I_1_SRK_TSI_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 80 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia wymagań dotyczących systemu detekcji w odniesieniu do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI), projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_III_1_SRK_TSI_PL, 1-8 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 81 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia wymagań dotyczących systemu detekcji w odniesieniu do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI), projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_II_1_SRK_TSI_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 82 Konopiński Lech, Wilga Marek, Jóźwik Kamil, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia wymagań dotyczących systemu detekcji w odniesieniu do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI), projektu: OCT_17298_SRK-TEL_LPU, RA_17298_I_1_SRK_TSI_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 83 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_EB-EPK_VII_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 84 Konopiński Lech, Wilga Marek, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu:

- OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_I_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 85 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_EB-EPK_V_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-8 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 86 Konopiński Lech, Wilga Marek, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_Z1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-5 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 87 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_EB-EPK_VI_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-14 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 88 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_EB-EPK_W2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-31 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 89 Konopiński Lech, Wilga Marek, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_II_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-10 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 90 Konopiński Lech, Wilga Marek, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu:

- OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_W1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-23 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 91 Konopiński Lech, Wilga Marek, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_IV_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-5 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 92 Konopiński Lech, Józwik Kamil, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_EB-EPK_Z2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-11 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 93 Konopiński Lech, Józwik Kamil, Wilga Marek, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_EB-EPK_P2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 94 Konopiński Lech, Wilga Marek, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_P1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 95 Konopiński Lech, Wilga Marek, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_III_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-12 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
 - 96 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Józwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów

- normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_Z1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-23 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 97 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_EPK_X_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-15 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 98 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_EPK_IX_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-12 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 99 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_W2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-50 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 100 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_III_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-14 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 101 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_W1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-45 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy

- 102 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_Z2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-26 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 103 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_VI_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-17 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 104 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_EPK_P3_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 105 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_V_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-13 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 106 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_EPK_W3_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-30 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 107 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU,

- RA_17267_EPK_Z3_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-63 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 108 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_IV_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 109 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_II_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-18 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 110 Konopiński Lech, Jóźwik Kamil, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_EPK_XI_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-5 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 111 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_VIII_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 112 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_P1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 113 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań

- dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_I_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-17 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 114 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_P2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 115 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_VII_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-14 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 116 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_IV_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 117 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_XI_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-5 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 118 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_VI_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-10 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy

- 119 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_Z3_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-18 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 120 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_P3_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 121 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_P1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 122 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_X_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-13 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 123 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_I_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-9 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 124 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_V_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy

- 125 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_IX_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 126 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_III_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-13 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 127 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_W3_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-13 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 128 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_VII_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-14 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 129 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_Z1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-16 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 130 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_II_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-12 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy

- 131 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_W2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-23 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 132 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_P2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 133 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_W1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-23 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 134 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_Z2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-19 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 135 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_VIII_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 136 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_IX_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-9 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy

- 137 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_VII_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-13 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 138 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_II_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-23 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 139 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_X_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-14 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 140 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_P1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 141 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_W3_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-17 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 142 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_P2_1_SRK-

- TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 143 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_Z2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-15 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 144 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_W2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-31 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 145 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_V_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 146 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_IV_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 147 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_VI_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-21 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 148 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów

- normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_W1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-29 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 149 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_XI_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 150 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_P3_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 151 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_Z1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-12 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 152 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_VIII_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 153 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_III_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-13 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 154 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań

- dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_I_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-12 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 155 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Jóźwik Kamil, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17297_SRK-TEL_LPU, RA_17297_Z3_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-29 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 156 Konopiński Lech, Wilga Marek, Jóźwik Kamil, Biernacki Tomasz, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17298_SRK-TEL_LPU, RA_17298_IV_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-5 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 157 Konopiński Lech, Wilga Marek, Jóźwik Kamil, Biernacki Tomasz, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17298_SRK-TEL_LPU, RA_17298_Z1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-5 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 158 Konopiński Lech, Wilga Marek, Jóźwik Kamil, Biernacki Tomasz, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17298_SRK-TEL_LPU, RA_17298_I_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 159 Konopiński Lech, Wilga Marek, Jóźwik Kamil, Biernacki Tomasz, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17298_SRK-TEL_LPU, RA_17298_II_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-8 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 160 Konopiński Lech, Wilga Marek, Jóźwik Kamil, Biernacki Tomasz, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań

- dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17298_SRK-TEL_LPU, RA_17298_III_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-11 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 161 Konopiński Lech, Wilga Marek, Jóźwik Kamil, Biernacki Tomasz, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17298_SRK-TEL_LPU, RA_17298_W1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-18 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 162 Konopiński Lech, Wilga Marek, Jóźwik Kamil, Biernacki Tomasz, Dikunow Błażej, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu "Sterowanie - urządzenia przytorowe" w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_17298_SRK-TEL_LPU, RA_17298_P1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 163 Konopiński Lech, Koper Emilia, Gruba Łukasz, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_Z2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-332 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 164 Konopiński Lech, Koper Emilia, Jóźwik Kamil, Gruba Łukasz, Wójcik Milena, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_II_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-71 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 165 Konopiński Lech, Koper Emilia, Gruba Łukasz, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_VII_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-32 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy

- 166 Konopiński Lech, Koper Emilia, Wilga Marek, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_EP-EB-EPK_I_1_SRK_TSI_PL, 1-64 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 167 Konopiński Lech, Koper Emilia, Jóźwik Kamil, Gruba Łukasz, Wójcik Milena, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_W1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-132 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 168 Konopiński Lech, Koper Emilia, Jóźwik Kamil, Gruba Łukasz, Wójcik Milena, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_Z1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-119 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 169 Konopiński Lech, Koper Emilia, Gruba Łukasz, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_P2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 170 Konopiński Lech, Koper Emilia, Gruba Łukasz, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_VIII_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-10 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 171 Konopiński Lech, Koper Emilia, Gruba Łukasz, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_V_1_SRK-

- TEL_LPU_PL, 1-30 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 172 Konopiński Lech, Koper Emilia, Jóźwik Kamil, Gruba Łukasz, Wójcik Milena, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_IV_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-17 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 173 Konopiński Lech, Koper Emilia, Jóźwik Kamil, Gruba Łukasz, Wójcik Milena, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_III_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-45 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 174 Konopiński Lech, Koper Emilia, Gruba Łukasz, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_VI_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-67 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 175 Konopiński Lech, Koper Emilia, Gruba Łukasz, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_W2_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-213 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 176 Konopiński Lech, Koper Emilia, Jóźwik Kamil, Gruba Łukasz, Wójcik Milena, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_P1_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 177 Konopiński Lech, Koper Emilia, Jóźwik Kamil, Gruba Łukasz, Wójcik Milena, Biernacki Tomasz, Czerniak Piotr, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia

- zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu „Sterowanie - urządzenia przytorowe” w odniesieniu do właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, projektu: OCT_SRK_2015_002_LPU, RA_15002_I_1_SRK-TEL_LPU_PL, 1-34 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 178 Konopiński Lech, Wilga Marek, Biernacki Tomasz, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu Sterowanie - urządzenia przytorowe w odniesieniu do technicznych specyfikacji interoperacyjności w zakresie detekcji pociągu, projektu: OCT_17267_SRK-TEL_LPU, RA_17267_EPK_III_1_SRK_TSI_PL, 1-31 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 179 Konopiński Lech, Wilga Marek, Kochan Andrzej: Weryfikacja spełnienia zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności podsystemu Sterowanie - urządzenia przytorowe w odniesieniu do technicznych specyfikacji interoperacyjności w zakresie systemu detekcji pociągu, projektu: OCT_17215_SRK-TEL_LPU-TSI, RA_17215_EB-EPK_II_1_SRK_TSI_PL, 1-26 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 180 Konopiński Lech, Wilga Marek, Józwick Kamil, Kochan Andrzej: Weryfikacja systemu detekcji w odniesieniu do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_II_1_SRK_TSI_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 181 Konopiński Lech, Wilga Marek, Józwick Kamil, Kochan Andrzej: Weryfikacja systemu detekcji w odniesieniu do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_I_1_SRK_TSI_PL, 1-6 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 182 Konopiński Lech, Wilga Marek, Józwick Kamil, Kochan Andrzej: Weryfikacja systemu detekcji w odniesieniu do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności, projektu: OCT_17283_SRK-TEL, RA_17283_III_1_SRK_TSI_PL, 1-7 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 183 Koper Emilia, Gruba Łukasz, Kochan Andrzej: Określenie wartości zmiennych narodowych dla systemu ETCS zgodnego z Baseline 3, RA_18332_I_OCT_SRK_BIR, 1-250 s., 2018, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 184 Ilczuk Przemysław, Grochowski Krzysztof, Konopiński Lech, Karolak Juliusz, Koper Emilia, Biernacki Tomasz, Józwick Kamil, Wójcik Milena, Wójcik Mateusz, Wilga Marek: Ekspertyza w zakresie określenia rozwiązań poprawiających

- bezpieczeństwo na skrzyżowaniach linii kolejowych oraz bocznik kolejowych z drogami publicznymi (przejazdach kolejowo-drogowych), OT_17302_I_2_SRK_OTE, 1-166 s., 2017, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 185 Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Konopiński Lech, Kochan Andrzej: Opinia wstępna projektu OCT_SRK_2016_074_PW17, OT_16074_I_1_ENE_SMSPW, 1-10 s., 2017, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 186 Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Konopiński Lech, Kochan Andrzej: Program badań eksploatacyjnych projektu OCT_SRK_2016_074_PW17, RP_16074_2_2_ENE_SMSPW, 1-6 s., 2017, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 187 Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Konopiński Lech, Kochan Andrzej: Program badań laboratoryjnych projektu OCT_SRK_2016_074_PW17, RP_16074_I_2_ENE_SMSPW, 1-8 s., 2017, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 188 Kochan Andrzej, Ilczuk Przemysław, Karolak Juliusz, Gruba Łukasz, Dikunow Błażej, Muszyński Jacek, Kita Kaja: Ekspertyza w zakresie określenia potrzeby funkcjonowania Radio-Stop w systemie radiot łączności GSM-R i rozwiązań technicznych umożliwiających wdrożenie takiego rozwiązania, OT_17285_4_TEL_OTE_PL, 1-152 s., 2017, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 189 Konopiński Lech, Ilczuk Przemysław, Koper Emilia, Biernacki Tomasz, Józwik Kamil, Wójcik Mateusz, Chrzanowska Katarzyna, Karolak Juliusz, Kochan Andrzej: Analiza zasadności poddawania obsłudze technicznej (legalizacji) wszystkich typów przekaźników stosowanych w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym, RA_17182_I_2_SRK_BIR, 1-186 s., 2017, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 190 Konopiński Lech, Koper Emilia, Kochan Andrzej: Program badań laboratoryjnych projektu OCT_SRK_2016_099_PW17, RP_16099_1_1_SRK_SMSPW17, 1-7 s., 2017, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 191 Koper Emilia, Kochan Andrzej: Analiza wymagań w zakresie odporności na wibracje dla projektu OCT_SRK_2016_099_PW17, 1-6 s., 2017, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy
- 192 Koper Emilia, Konopiński Lech, Kochan Andrzej: Opinia wstępna projektu OCT_SRK_2016_074_PW17, OT_16074_II_3_ENE_SMSPW, 1-12 s., 2017, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy

193 Koper Emilia, Konopiński Lech, Kochan Andrzej: Program badań eksploatacyjnych projektu OCT_SRK_2016_074_ PW17, RP_16074_3_2_ENE_SMSPW, 1-6 s., 2017, Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej , raport naukowo-badawczy

6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych.

- zespół ekspertów Politechniki Warszawskiej w zakresie systemów sterowania ruchem kolejowym,
- ekspert Polskiego Centrum Akredytacji w zakresie Podsystemu Sterowanie systemu kolei,
- członek Grupy Roboczej Krajowych Inteligentnych Specjalizacji KIS11 AUTOMATYZACJA I ROBOTYKA Ministerstwo Rozwoju i Technologii.

7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi.

- nie dotyczy

IV. DANE NAUKOMETRYCZNE

1. Informacja o punktacji Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny).

(przed doktoratem)

(brak)

(po doktoracie)

Sumaryczny IF 16,012

2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań.

(przed doktoratem)

Tabela 1. Dane o cytowaniach z wyodrębnieniem bez autocytowań.

	Web of Science Core Collection		Scopus		Google Scholar	
	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań	Sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	0	0	2	2	31	17

(po doktoracie)

Tabela 2. Dane o cytowaniach z wyodrębnieniem bez autocytowań.

	Web of Science Core Collection		Scopus		Google Scholar	
	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań	Sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	40	22	54	32	143	75

3. Informacja o posiadanym indeksie Hirscha.

(przed doktoratem)

Tabela 3. Dane o indeksie Hirscha z wyodrębnieniem bez autocytowań.

	Web of Science Core Collection		Scopus		Google Scholar	
	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Indeks Hirscha	0	0	1	1	4	2

(po doktoracie)

Tabela 4. Dane o indeksie Hirscha z wyodrębnieniem bez autocytowań.

	Web of Science Core Collection		Scopus		Google Scholar	
	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Indeks Hirscha	4	3	4	3	7	4

4. Informacja o liczbie punktów MNiSW/MEiN.

(przed doktoratem)

Dorobek	liczba	nb	n
Publikacje	4	9	9
Artykuły z listy B (do roku 2018)	1	6	6
Artykuły spoza aktualnego wykazu czasopism	2		
Rozdziały z monografii	1	3	3

(po doktoracie)

Dorobek	liczba	Nb	n
Publikacje	283	1 705	1 705
Książki autorskie	3	240	240
Artykuły z listy B (do roku 2018)	24	160	160
Artykuły z aktualnego wykazu (od roku 2019)	8	970	970
Artykuły spoza aktualnego wykazu czasopism	17	170	170
Rozdziały z monografii	8	145	145
Materiały konferencyjne (WoS)	3	20	20
Materiały konferencyjne (spoza WoS)	20		
Raporty	200		
Rozprawy doktorskie	1		
Udział w projektach (archiwum)	1		
Wypromowane prace dyplomowe	104		
Inne osiągnięcia	2		

Informacje zawarte w pkt. IV powinny wskazywać również na bazę danych, na podstawie której zostały podane.

Przy wyborze tej bazy należy zwracać uwagę na specyfikę dziedziny i dyscypliny naukowej, w której kandydat ubiega się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Rada Doskonałości Naukowej informuje, że podawanie danych naukometrycznych – w opinii Rady Doskonałości Naukowej – jest wskazane i zalecane, wynika to także ze stosowanej powszechnie praktyki przez samych kandydatów ubiegających się o awans naukowy. Należy jednak podkreślić, że podane we wnioskach o wszczęcie postępowania awansowego dane naukometryczne nie mogą stanowić kryterium oceny dorobku naukowego Kandydata dla podmiotów doktoryzujących, habilitujących oraz samej Rady Doskonałości Naukowej, organów prowadzących postępowania w sprawie nadania stopnia lub tytułu. Zadaniem tych organów jest przede wszystkim ocena ekspercka dorobku naukowego Kandydata ubiegającego się o awans naukowy, zaś decyzja o nadaniu stopnia lub tytułu nie powinna być uzależniona od podania tych danych.

.....
(podpis wnioskodawcy)

Dotyczy:

informacji o cytowaniach publikacji do 2010 roku, których autorem lub współautorem jest **dr inż. Andrzej Kochan**

- **Scopus** (opcja Basic Search i Secondary Documents)

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	2	2
Indeks Hirscha	1	1

- **Google Scholar**

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	31	17
Indeks Hirscha	4	2

KIEROWNIK
Oddziału Informacji Naukowej
i Analiz Bibliometrycznych
Biblioteki Głównej PW
z up. Joanna Gola
mgr Iwona Socik

Wykonała:

mgr inż. Joanna Gola
mgr inż. Iwona Moroń-Chmielarska
Oddział Informacji Naukowej
i Analiz Bibliometrycznych BG PW

Dotyczy:

informacji o cytowaniach publikacji od 2011 roku, których autorem lub współautorem jest **dr inż. Andrzej Kochan**

- **Web of Science Core Collection** (opcja Researchers i Cited Reference)

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	40	22
Indeks Hirscha	4	3
JIF	19,379	

- **Scopus** (opcja Basic Search i Secondary Documents)

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	54	32
Indeks Hirscha	4	3

- **Google Scholar**

	sumarycznie	z wykluczeniem autocytowań
Liczba cytowań	143	75
Indeks Hirscha	7	4

KIEROWNIK
Oddziału Informacji Naukowej
i Analiz Bibliometrycznych
Biblioteki Głównej PW
z up. Joanna Gola
mgr Iwona Socik

Wykonała:

mgr inż. Joanna Gola
mgr inż. Iwona Moroń-Chmielarska
Oddział Informacji Naukowej
i Analiz Bibliometrycznych BG PW