

Warszawa, 19 sierpnia 2016 r.

Dr hab. inż. Jarosław Moczarski
Instytut Kolejnictwa
ul. Chłopickiego 50
04-275 Warszawa

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Autor rozprawy: mgr inż. Paweł Ukleja
Tytuł rozprawy: Bezpieczeństwo łączy bezprzewodowego pomiędzy systemami sterowania ruchem na liniach regionalnych
Promotor rozprawy: prof. dr hab. inż. Andrzej Lewiński

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska przygotowana w postaci zwartej na Wydziale Transportu i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu.

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi Uchwała Rady Wydziału Transportu i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu z dnia 10 czerwca 2016 r. oraz pismo Prorektora ds. Rozwoju Kadry i Współpracy z Zagranicą UTH w Radomiu, prof. dr hab. Sławomira Bukowskiego z dnia 23 czerwca 2016 r.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Opiniowana rozprawa liczy 102 strony, w tym 38 rysunków, 23 tabele oraz 55 wzorów. Obejmuje 6 numerowanych rozdziałów, w tym Wprowadzenie oraz Wnioski i Bibliografię. Zawiera także spis rysunków i wykaz użytych oznaczeń. Bibliografia obejmuje 110 pozycji.

W rozdziale 1, stanowiącym wprowadzenie do rozprawy, Doktorant wskazał na potrzebę wykorzystania bezprzewodowej transmisji danych w sterowaniu ruchem kolejowym na liniach o znaczeniu regionalnym. Jako przykład transmisji danych z wykorzystaniem radiolinii przedstawił rozwiązanie firmy Kombud S.A. (projekt ESTER), w którym zastosowano bezprzewodowe przekazywanie informacji między Lokalnym Centrum Sterowania i systemami kontroli niezajętości torów oraz systemami sygnalizacji przejazdowej. Wskazał podstawowe wymagania stawiane systemom bezprzewodowej transmisji danych, w szczególności dotyczące poziomu bezpieczeństwa. Przedstawił przegląd literatury obejmujący przede wszystkim zagadnienia bezpiecznego sterowania ruchem pociągów (w szczególności z wykorzystaniem komputerowych systemów srk) oraz metody transmisji danych między systemami i urządzeniami srk. Krótko scharakteryzował przedmiot swoich rozważań wskazując podstawowe cele i tezę rozprawy.

Wymienił tytuły 11 publikacji, w których (jak pisze na stronie 12) przedstawiono analizy i podsumowania „związane z zakresem rozprawy”.

W rozdziale 2 zostały zaprezentowane charakterystyki linii kolejowych oraz ich klasyfikacja stosowana przez PKP PLK S.A. Doktorant omówił pojęcia *linia małoobciążona* i *linia regionalna*. Przedstawił wymagania funkcjonalne stawiane systemom srk przeznaczonym do stosowania na liniach regionalnych.

Szczegółowo omówił budowę i strukturę istniejących systemów sterowania ruchem kolejowym, przeznaczonych do stosowania na liniach regionalnych (ZSB 2000, BUES 2000, MOR-3 oraz kompleksowy system sterowania ruchem ESTER, jako rozwinięcie systemu MOR-3).

Rozdział 3, liczący 37 stron i podzielony na 10 podrozdziałów, nosi tytuł „*Radiolinia i jej modelowanie*”. Doktorant opisał w nim radiolinię jako przykład wyspecjalizowanej, bezprzewodowej transmisji danych, przedstawiając podstawowe parametry tego rozwiązania. Przedstawił pojęcia matematyczne wykorzystywane w dalszej części pracy. Zaprezentował modele matematyczne bezprzewodowej transmisji danych oraz wyniki symulacji przeprowadzonych z wykorzystaniem pakietu Mathematica (w szczególności dokonał porównania wyników obliczeń przeprowadzonych dla modeli z rozkładem wykładniczym oraz hiperwykładniczym). Zaproponował także ogólną koncepcję otwartej transmisji danych między urządzeniami stacyjnymi sterowania ruchem kolejowym.

W rozdziale 4 omówiono transmisję danych między systemami ZSB 2000 oraz BUES 2000 z wykorzystaniem karty STRENET oraz modemu radiowego Aprisa SR 4RF. Doktorant przeanalizował właściwości systemu pod kątem zachowania bezpieczeństwa transmisji danych oraz wskazał metody jej zabezpieczenia przed zidentyfikowanymi zagrożeniami. Omówił zagadnienie detekcji pojedynczych usterek. Przedstawił propozycję konfiguracji systemu transmisji danych.

W rozdziale 5 przedstawiono wnioski końcowe.

3. Ocena postawionych celów oraz tezy rozprawy

Poszukiwanie efektywnych i bezpiecznych metod prowadzenia ruchu pociągów na tzw. *liniach małoobciążonych* lub inaczej *regionalnych* i związana z tym potrzeba konstruowania ekonomicznie opłacalnych i bezpiecznych systemów sterowania ruchem stanowi wciąż aktualny i ważny problem badawczy. Wobec braku jednoznacznej i przyjętej do stosowania definicji pojęcia *linia regionalna*, a w szczególności zbioru charakteryzujących ją parametrów, trudno tworzyć spójne wymagania dla systemów srk, przeznaczonych do implementacji na takich liniach. Dlatego za pozytywną cechę rozprawy należy uznać logiczne sformułowanie kolejnych celów do osiągnięcia na drodze analiz teoretycznych oraz symulacji komputerowych z wykorzystaniem pakietu Mathematica.

Można stwierdzić, że podjęty przez Doktoranta temat rozprawy jest istotny i aktualny, a zdefiniowane cele zasadne i ważne zarówno z naukowego jak też z praktycznego punktu widzenia.

Na bazie przedstawionych celów Doktorant sformułował tezę rozprawy, w której stwierdza, że komputerowe systemy srk przeznaczone do stosowania na liniach regionalnych, w których zastosowano bezprzewodową transmisję danych, spełniają stawiane im wymagania bezpieczeństwa. Zaprezentowane wyniki analiz teoretycznych potwierdziły prawdziwość tezy, z zastrzeżeniem przedstawionym w punkcie 5.1 recenzji „*Uwagi merytoryczne*”.

4. Ocena naukowej wartości rozprawy

Rozprawa ma charakter zarówno naukowy jak też użytkowy. Autor wykazał się dużą wiedzą w zakresie transmisji danych między urządzeniami i systemami sterowania ruchem kolejowym. Wśród najważniejszych, oryginalnych osiągnięć naukowych zaprezentowanych w rozprawie można wskazać:

- 1) przeprowadzenie analizy stosowanych metod klasyfikacji linii kolejowych oraz przedstawienie propozycji definicji pojęcia *linia regionalna*,
- 2) budowę i analizę modeli matematycznych transmisji danych z wykorzystaniem radiolinii,
- 3) przeprowadzenie szczegółowej analizy bezpieczeństwa bezprzewodowej transmisji danych pomiędzy systemami BUES 2000 i ZSB 2000 wykorzystującymi kartę STRENET,
- 4) zaprezentowanie ogólnej koncepcji wykorzystania transmisji otwartej w sterowaniu ruchem kolejowym na liniach regionalnych.

5. Uwagi krytyczne i kwestie polemiczne dotyczące zawartości oraz układu rozprawy

Przedstawione uwagi krytyczne i dyskusyjne zostały podzielone na spostrzeżenia dotyczące merytorycznej zawartości rozprawy oraz uwagi odnośnie strony redakcyjnej i edytorskiej.

5.1. Uwagi merytoryczne

- 1) Przedstawione cele pracy oraz teza (a także stwierdzenie o potrzebie zastosowania rozkładu hiperwykładniczego) powinny być poprzedzone krytycznym opisem stanu wiedzy uzasadniającym kierunki badań przyjętych przez Doktoranta. Treść rozdziału 1 nie ukazuje występujących problemów w sposób wystarczający i uporządkowany. Dla zrozumienia intencji Autora niezbędne jest zapoznanie się z rozważaniami zawartymi w kolejnych rozdziałach (rozdz. 2 i 4) rozprawy.
- 2) Tytuł rozdziału 4 „*Bezpieczeństwo łączy bezprzewodowego pomiędzy systemami sterowania ruchem na liniach regionalnych*” brzmi identycznie jak tytuł rozprawy. W rozdziale 4 dokonano analizy bezpieczeństwa transmisji danych na przykładzie rozwiązania obejmującego systemy ZSB 2000 i BUES 2000 z wykorzystaniem karty STRENET i modemu Aprisa SR 4RF. Tytuł rozdziału powinien zatem wskazywać, że zawarte w nim rozważania dotyczą tego konkretnego rozwiązania.
- 3) Wyniki analizy przeprowadzonej w rozdziale 4 posłużyły do potwierdzenia tezy rozprawy. Przedstawiona analiza dotyczy konkretnego rozwiązania technicznego (uwaga wyżej) i nie daje podstaw do uogólnień. Poza tym, teza sformułowana w sposób przedstawiony w rozprawie sugeruje, że wszelkie komputerowe systemy srk (istniejące i projektowane) „*przeznaczone do zabudowy na liniach regionalnych komunikujące się ze sobą w sieci bezprzewodowej spełniają stawiane im wymagania bezpieczeństwa*”. Takie stwierdzenie jest oczywiście nieuzasadnione. W świetle zaprezentowanych rozważań, teza rozprawy powinna brzmieć: „*Komputerowe systemy srk typu ZSB 2000 i BUES 2000, przeznaczone do zabudowy*” (dalej jak w rozprawie).
- 4) Proszę o wyjaśnienie, w jakim zakresie zaprezentowane w pracy modele matematyczne transmisji danych przyczyniły się do udowodnienia postawionej tezy.
- 5) Str. 42. Doktorant stwierdza, że „*w modelowaniu bezprzewodowej transmisji danych*

w urządzeniach srk był wykorzystywany do tej pory rozkład wykładniczy”. Nie podaje źródeł, w których opisano te modele oraz ich autorów. Proszę o wyjaśnienie.

- 6) Doktorant zbyt skrótowo przedstawił koncepcję zastosowania transmisji otwartej na liniach regionalnych (rozdział 3.10) oraz propozycję konfiguracji łącza do transmisji danych (rozdział 4.7). Zaprezentowane rozważania są ograniczone i mają raczej charakter komentarza dotyczącego prac prowadzonych przez Autora.
- 7) W rozdziałach 3.2 i 3.3 zamieszczono wiedzę książkową dotyczącą wybranych pojęć matematycznych (bez podania źródeł). Także rozdziały 3.4÷3.8 są ukierunkowane na przegląd informacji z zakresu matematyki (z bardzo skromnym uzasadnieniem potrzeby ich prezentacji i wykorzystania w rozważaniach dotyczących modelowania transmisji danych).
- 8) W rozdziale 3.1 nie wskazano źródła informacji dotyczących parametrów radiolinii. Czy na rysunku 3.1 przedstawiono anteny radiolinii definiowanej przez Autora, jako „zestaw urządzeń realizujących połączenie bezprzewodowe w topologii punkt-punkt”?
- 9) Uwagi dotyczące realizacji przez Autora dwóch pierwszych celów sformułowanych w rozprawie (określenie definicji linii regionalnej oraz zakresu funkcji i struktury systemów srk dedykowanych tym liniom):
 - a) na str. 10 Autor stwierdza, że „brak jednolitej definicji linii regionalnej” - co wskazuje, że pewne definicje istnieją, ale Doktorant ich nie prezentuje;
 - b) na str. 17: „autor przedstawia poniżej parametry linii kolejowych, które powinny być, jego zdaniem, wykładnią dla zdefiniowania linii kolejowej jako regionalnej” (tu następuje opis parametrów). Dalej Autor pisze: „Na podstawie przedstawionej definicji linii regionalnej”. Proszę o wyjaśnienie, czy zaprezentowany zestaw 4 parametrów stanowi definicję linii regionalnej?
 - c) na str. 11: „praca ma być podsumowaniem i zestawieniem dotychczasowych implementacji systemów srk dedykowanych dla linii regionalnych” - z czego wynika, że powstały systemy srk przeznaczone dla linii regionalnych, mimo że pojęcie *linie regionalne* nie zostało dotychczas jednoznacznie zdefiniowane;
 - d) na str. 19: „na samym początku dokonano wyboru dwóch rozwiązań technicznych dla tychże linii” (Autor nie podaje kto i kiedy tego dokonał, brak wskazania źródeł). I dalej: „w rezultacie już na samym początku XXI wieku powstały gotowe produkty odpowiadające założeniom wypracowanym przez UIC”. Dla opracowania spójnych założeń niezbędne jest uprzednie zdefiniowanie pojęcia *linie regionalne*. Proszę o wyjaśnienie, czy Międzynarodowy Związek Kolei dysponował w tym czasie jednolitą definicją linii regionalnych, przyjętą przez wszystkich członków organizacji?
 - e) str. 19-20: Autor stwierdza kolejno, że: „przeprowadzono badania (...) nad systemami przeznaczonymi dla linii małoobciążonych”; „stworzono m.in. założenia ...”; „kolejnym krokiem (...) było określenie ograniczeń technicznych i funkcjonalnych systemów”. Wymienia także zadania, jakie powinny realizować systemy srk dedykowane liniom regionalnym. Doktorant nie podaje, kto i kiedy tego dokonał, nie wskazuje także źródeł informacji.

Proszę o wyjaśnienie, czy już istniejące systemy srk, przeznaczone dla linii regionalnych, spełniają przedstawione w rozprawie wymagania dotyczące struktury i realizowanych funkcji, a także czy ich parametry techniczne i ekonomiczne (cena, koszt eksploatacji) są adekwatne do zdefiniowanych przez Autora parametrów tych linii?

5.2. Uwagi szczegółowe dotyczące redakcji rozprawy

- 1) Na 110 pozycji literatury (zamieszczonych w Bibliografii) Doktorant przywołał w tekście rozprawy tylko 61 pozycji. Proszę o wyjaśnienie, w jakim celu zamieszczono pozostałe 49 pozycji?
Z kolei w tekście są kilkakrotnie przytaczane materiały, które nie zostały opisane w Bibliografii (np. na stronach 7,12,13,15,22,23) lub brak odnośników do wykazu literatury.
Na stronie 16 przywołano niezależnie opinie dwóch różnych autorów na temat linii małoobciążonych, nie wskazując literatury źródłowej.
- 2) Na stronach 12 i 13 Autor wskazał 11 publikacji (w 10 występuje, jako współautor, w przypadku jednej – jako autor). Jak stwierdził „*zawarte tam opinie i wnioski są integralną częścią doktoratu*”. W rozprawie brak informacji o wnioskach zawartych w tych publikacjach. Proszę o wyjaśnienie.
- 3) W wielu miejscach rozprawy (np. str. 19,21,69,72) Autor, posługując się formą bezosobową (dokonano, stworzono, zastosowano, zakłada się) przedstawia informacje lub opinie bez wskazania ich autorów. Nie odwołuje się także do materiałów źródłowych. Taka forma utrudnia, w szczególności, dostrzeżenie i ocenę własnych dokonań Doktoranta.
- 4) Na stronie 90 Autor zaproponował wartości kilku parametrów transmisji danych dla systemów ZSB 2000 połączonych radiolinią. Jako uzasadnienie tych wartości wskazał „*wyniki modeli przedstawione w tabelach rozdziału trzeciego*”.
Rozdział 3 liczy 37 stron i zawiera 16 tabel. Odnalezienie uzasadnienia proponowanych wartości nie jest zadaniem łatwym.
- 5) Na stronie 49 występują dwa błędne odwołania do wzoru 3.8.
- 6) W rozprawie brak streszczenia w języku angielskim (a także w języku polskim), brak słownika używanych pojęć i skrótów oraz wykazu tablic.
- 7) Wykaz oznaczeń zawiera 14 symboli literowych. W rozprawie występuje ponad 20 innych symboli (w tym stosowanych w notacji Kendalla), których nie umieszczono w wykazie i nie opisano. Utrudnia to czytanie rozprawy tym bardziej, że nie zostały one także wyjaśnione w tekście.
- 8) W rozdziale 3 brak odniesienia do przedstawionego na stronie 48 rysunku 3.6.
- 9) Informacje dotyczące transmisji danych między systemami ZSB 2000 i BUES 2000 podane w rozdziale 4 są częściowo powtórzeniem opisu zamieszczonego w rozdziale 2.
- 10) Także rysunek 4.1 (str. 70) jest powtórzeniem rysunku 2.3 (str. 26). Natomiast podpisy pod rysunkami są różne.
- 11) Układ tekstu jest momentami nieprecyzyjny i niejednoznaczny. Dotyczy to na przykład chronologii działań związanych z definiowaniem linii regionalnych, a także tworzeniem wymagań dla systemów srk dedykowanych tym liniom. Z kolei forma prezentacji modeli (opisanych w rozdziale 3.9) utrudnia ich rozróżnienie, analizę i porównanie.
- 12) W kilku miejscach Autor używa kolokwializmów, które negatywnie wpływają na odbiór prezentowanych treści.

6 Wnioski końcowe

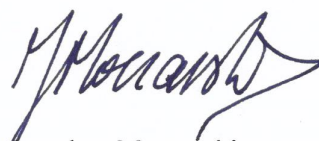
Wzrost prędkości pociągów oraz natężenia ruchu na stacjach i liniach kolejowych

wymuszają ciągłą ewolucję systemów i urządzeń srk. Stają się one coraz bardziej skomplikowane konstrukcyjnie. Jednocześnie w istotny sposób wzrasta ich cena oraz koszty eksploatacji. Na sieci PKP PLK S.A. (a także w innych zarządach kolejowych) znaczna część przewozów jest realizowana na liniach charakteryzujących się, w porównaniu do linii magistralnych i pierwszorzędnych, niezbyt dużym natężeniem ruchu i niewielkimi prędkościami pociągów. Stosowanie skomplikowanych i drogich systemów sterowania ruchem na takich liniach nie jest uzasadnione technicznie i nieopłacalne ekonomicznie. Dlatego od dłuższego czasu są prowadzone poszukiwania efektywnych funkcjonalnie, bezpiecznych i jednocześnie niezbyt drogich rozwiązań konstrukcyjnych, dedykowanych liniom i stacjom kolejowym o mniejszym znaczeniu. Jednym z istotnych elementów takich rozwiązań, wymagającym dokładnych analiz, jest sprawne i bezpieczne przesyłanie danych między systemami i urządzeniami srk.

Rozważania przedstawione w rozprawie stanowią aktualny i istotny wkład Autora w rozwój podstaw teoretycznych, niezbędnych do konstruowania nowych rozwiązań w zakresie sterowania ruchem pociągów. Oceniam, że rozprawa zawiera rozwiązanie oryginalnego problemu naukowego i stanowi ważną przesłankę do dalszych analiz, dotyczących możliwości praktycznego zastosowania radiolinii w przesyłaniu danych między systemami i urządzeniami srk na liniach o znaczeniu regionalnym.

Przytoczone uwagi krytyczne mają w znacznej części charakter dyskusyjny i wynikają przede wszystkim z niedociągnięć redakcyjnych i edytorskich. Nie obniżają one poziomu merytorycznego rozprawy, aczkolwiek utrudniają odbiór prezentowanych treści. Mam nadzieję, że przynajmniej w części będą pomocne Autorowi podczas przygotowywania artykułów do czasopism naukowych.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Pawła Uklei pt. „Bezpieczeństwo łączy bezprzewodowego pomiędzy systemami sterowania ruchem na liniach regionalnych” odpowiada ustawowym wymaganiom stawianym rozprawom na stopień doktora nauk technicznych. W związku z tym wnioskuję do Rady Wydziału Transportu i Elektrotechniki UTH w Radomiu o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie do publicznej obrony.



Jarosław Moczarski