

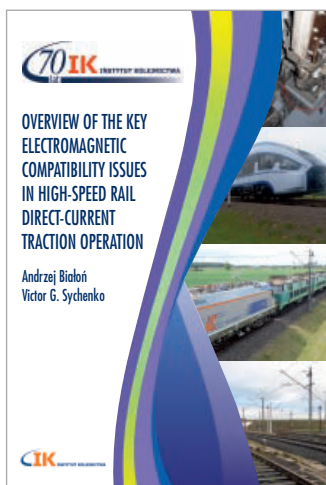
## Overview of the key electromagnetic compatibility issues in high-speed rail direct-current traction operation<sup>1</sup>

Informację opracował Andrzej BIAŁOŃ<sup>2</sup>

### Streszczenie

Monografia wydana w języku angielskim, dotyczy zagadnień zapewnienia kompatybilności elektromagnetycznej zelektryfikowanych linii kolejowych trakcyjnych prądu stałego podczas eksploatacji taboru dużych prędkości. W monografii przedstawiono ogólne problemy kompatybilności elektromagnetycznej systemów trakcyjnych prądu stałego, wyniki eksperymentalnych badań kompatybilności elektromagnetycznej, budowę modeli zakłóceń elektromagnetycznych w systemach trakcyjnych prądu stałego oraz w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym. Pokazano także różne aspekty kompatybilności elektromagnetycznej pomiędzy systemem zasilania trakcji elektrycznej a taborom trakcyjnym z jednej strony i urządzeniami sterowania ruchem kolejowym z drugiej. Wymagany poziom kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń zasilania trakcyjnego prądu stałego oraz pojazdów trakcyjnych z innymi urządzeniami powinien być osiągnięty za pomocą niezbędnych i technicznie możliwych środków. Działania te powinny opierać się na rozsądnym doborze konfiguracji współpracujących systemów i parametrów infrastruktury. Przykłady takich działań pokazano również w monografii.

**Słowa kluczowe:** zakłócenia, kompatybilność elektromagnetyczna, urządzenia sterowania ruchem kolejowym, kolej dużych prędkości, trakcja prądu stałego



Autorzy: Andrzej Białoń, Viktor G. Sychenko

Tytuł: Overview of the key electromagnetic compatibility issues in high-speed rail direct-current traction operation

Wydawca: Instytut Kolejnictwa, Warszawa

Rok wydania: 2021

Liczba stron: 199

Bibliografia: 138 pozycji

ISBN: 978-83-943246-6-7

Transport kolejowy to jeden z głównych sektorów gospodarki, który oferuje: efektywność energetyczną, niskie emisje do atmosfery, bezpieczeństwo, co umożliwia transport przy niższych kosztach i większej niezawodności. Zelektryfikowane koleje odgrywają kluczową rolę

w realizacji usług przewozowych. Na obecnym etapie duże znaczenie mają kwestie zapewnienia niezbędnego poziomu bezpieczeństwa oraz kompatybilności z otoczeniem.

Pomyślne rozwiązanie problemów naukowych oraz inżynierskich przy wprowadzaniu i eksploatacji zelektryfikowanych kolei zasilanych prądem stałym, w tym w ruchu kolei dużych prędkości, nie może zostać osiągnięte bez rozwiązania problemów kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) z powiązаныmi systemami / urządzeniami kolejowymi małej mocy. Niezbędny poziom EMC musi być zapewniony przez przyjęcie odpowiednich środków technicznych. Traktując EMC jako jeden ze wskaźników jakości funkcjonowania systemu kolei, należy wziąć pod uwagę cały zestaw obiektów zaangażowanych w proces przesyłania i zużycia energii elektrycznej. Biorąc pod uwagę powszechne wprowadzanie różnorodnych urządzeń mikroprocesorowych do automatyki kolejowej i transmisji danych w transporcie kolejowym, rozwiązanie problemów EMC ma kluczowe znaczenie do zapewnienia niezawodnej i bezpiecznej pracy transportu kolejowego.

Rozwój ruchu kolei dużych prędkości i korzyści transportowych, wprowadzanie najnowocześniejszych technologii

<sup>1</sup> Przegląd kluczowych zagadnień kompatybilności elektromagnetycznej w eksploatacji kolei dużych prędkości trakcji prądu stałego.

<sup>2</sup> Dr inż., Instytut Kolejnictwa, Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki, abialon@ikolej.pl.

i urządzeń, w tym nowych typów elektrycznego taboru trakcyjnego, powoduje wzrost zużycia energii elektrycznej. Wzrost zużycia energii wpływa na zwiększenie zawartości harmonicznych prądu i napięcia zarówno dla prądu przemiennego, jak i stałego. Biorąc pod uwagę te fakty, zapewnienie wysokiego poziomu kompatybilności elektromagnetycznej podsystemu trakcyjnego prądu stałego, szczególnie przy eksploatacji kolei dużych prędkości, jest obecnie dużym wyzwaniem naukowym i praktycznym dotyczącym transportu kolejowego. Tę problematykę opisano w przedstawianej monografii.

W rozdziale 1: *Zakres problemów kompatybilności elektromagnetycznej trakcji prądu stałego* wskazano na ogólne zagadnienia kompatybilności elektromagnetycznej w systemie trakcji prądu stałego. Szczegółnej uwagi wymagają zagadnienia zarówno dotyczące analizy zjawisk związanych z kompatybilnością systemu trakcji elektrycznej, jak i jego współpracy z taboro trakcyjnym, systemem zasilania trakcyjnego oraz urządzeniami sterownia ruchem kolejowym. W celu zapewnienia kompatybilności niezbędne jest określenie wartości dopuszczalnych prądów zakłócających i natężeń pola elektromagnetycznego. Przedstawiono również metody obliczania wartości dopuszczalnych oraz podano w zestawieniu tabelarycznym konkretne parametry obowiązujących wartości dopuszczalnych na kolejach polskich i ukraińskich. Parametry te zostały zdefiniowane przez autorów monografii na podstawie przeprowadzonych badań i przyjętych metod opisujących zjawiska związane z kompatybilnością elektromagnetyczną.

Badania, będące podstawą do określenia dopuszczalnych parametrów zakłóceń zostały zamieszczone w rozdziale 2: *Badania eksperymentalne kompatybilności elektromagnetycznej podsystemów energii trakcyjnej prądu stałego*. Przeprowadzone rozważania teoretyczne umożliwiły wdrożenie ich rezultatów do praktyki badawczo-pomiarowej. Rozważania teoretyczne dotyczyły zarówno badania procesów elektromagnetycznych w układzie zasilania trakcji elektrycznej, w samym systemie trakcji elektrycznej prądu

stałego, w elektrycznym taborze trakcyjnym, jak również ich wpływu na urządzenia sterowania ruchem kolejowym. W tym rozdziale przedstawiono zarówno sposób podejścia do zjawisk fizycznych EMC, jak i metody obliczeń wartości zakłóceń oraz wyniki przeprowadzonych badań. Wyniki badań dotyczą między innymi zjawisk rezonansowych zachodzących w sieci trakcyjnej, impedancji pojazdów trakcyjnych, harmonicznych generowanych przez podstacje trakcyjne i tabor trakcyjny, pól elektromagnetycznych generowanych przez tabor trakcyjny.

Wykorzystując rozważania teoretyczne i wyniki badań eksperymentalnych zaprezentowanych w rozdziale 2 oraz w rozdziale 3: *Symulacja zakłóceń elektromagnetycznych w systemach trakcji prądu stałego*, przedstawiono opracowane przez autorów metody symulacji zakłóceń. Pokazano opracowane metody symulacji zakłóceń w systemie trakcji prądu stałego i przemiennego. Rozpatrywanym zagadnieniem są również metody symulacji zakłóceń w obwodach torowych stosowanych w systemie kolejowym. Oprócz metod symulacji pokazano również wyniki tych symulacji wykonane przez odpowiednie oprogramowanie.

W rozdziale 4: *Poprawa kompatybilności elektromagnetycznej systemu trakcji prądu stałego przy eksploatacji pociągów dużych prędkości* skupiono się na sposobach eliminacji zagrożeń związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną dla kolei dużych prędkości. Przedstawiono wymagania, z punktu widzenia kompatybilności elektromagnetycznej dla podsystemu trakcji elektrycznej prądu stałego, uwzględniające linie przesyłowe, systemy na podstacjach trakcyjnych i tabor trakcyjny. Istotne znaczenie dla poprawy EMC mają także opisane w tym rozdziale, zagadnienia związane z ochroną przeciwprzebieciową, kontaktem pantografu z siecią jezdnią, a przede wszystkim z ograniczeniem poziomu zakłóceń do wartości dopuszczalnych. Podkreślono również, że w wyniku stosowania opisanych metod, poprawiła się wydajność urządzeń sterowania ruchem kolejowym, mimo istniejących zakłóceń od trakcji elektrycznej.