

*Dr inż. Andrzej Białoń,
Mgr inż. Dominik Adamski,
Mgr inż. Piotr Pajka
Instytut Kolejnictwa*

BADANIE KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ TABORU Z URZĄDZENIAMI WYKRYWANIA POCIĄGU Z UWZGLĘDNIENIEM NORMY EN 50238

SPIS TREŚCI

1. Cel badania kompatybilności taboru z urządzeniami wykrywania pociągów
2. Rodzaje czynników zewnętrznych mających wpływ na kompatybilność elektromagnetyczną urządzeń
3. Wybrane regulacje dotyczące badania kompatybilności elektromagnetycznej
4. Badania kompatybilności
5. Podsumowanie

STRESZCZENIE

W artykule opisano proces analizy zgodności mającej na celu zbadanie kompatybilności elektromagnetycznej taboru z urządzeniami detekcji taboru. Omówiono czynniki zewnętrzne wpływające na kompatybilność elektromagnetyczną urządzeń. Przedstawiono metody określania dopuszczalnych wartości zakłóceń dla liczników osi oraz obwodów torowych.

1. CEL BADANIA KOMPATYBILNOŚCI TABORU Z URZĄDZENIAMI WYKRYWANIA POCIĄGÓW

Stworzenie europejskiej, interoperacyjnej sieci kolejowej warunkuje wprowadzenie ujednoliconych, skonsolidowanych wymogów i kryteriów dla nowobudowanych i modernizowanych systemów sterowania ruchem, jak również dla taboru eksploatowanego

na terenie Wspólnoty. Opracowanie wspólnych przepisów w tym obszarze należy do trudnych zadań, gdyż konieczne jest uwzględnienie wielu czynników zakłócających prace tych systemów. Czynniki te charakteryzują się zróżnicowanym pochodzeniem, gdyż mogą być emitowane, np. przez tabor trakcyjny (przede wszystkim lokomotywy), sieć trakcyjną, podstację, przetwornice statyczne w wagonach pasażerskich, napędy zwrotnicowe oraz inne oddziałujące urządzenia i układy elektryczne.

Dodatkowym utrudnieniem w opracowywaniu wymagań dla wybranych komponentów systemów sterowania jest różnorodność rozwiązań technicznych zastosowanych przez poszczególne kraje. Systemy sterowania ruchem składają się przede wszystkim z urządzeń punktowego oddziaływania tor – pojazd. Wykorzystują one głównie obwody torowe i liczniki osi. Na przykład na liniach kolejowych w Europie są stosowane liczniki osi o częstotliwości pracy od 4 kHz do ponad 2 MHz. W obwodach torowych częstotliwość pracy waha się od 70 Hz do 70 kHz.

To zróżnicowanie warunkuje konieczność przeanalizowania problemu kompatybilności taboru z urządzeniami wykrywania pociągu, aby uniknąć opracowania zbyt restrykcyjnych wymagań, dbając jednocześnie o zachowanie zasad bezpieczeństwa. Stąd kluczowe jest ustalenie wspólnych metod badania kompatybilności, tak aby określanie wartości dopuszczalnych zakłóceń było zgodne we wszystkich krajach europejskich.

2. RODZAJE CZYNNIKÓW ZEWNĘTRZNYCH MAJĄCYCH WPŁYW NA KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNĄ URZĄDZEŃ

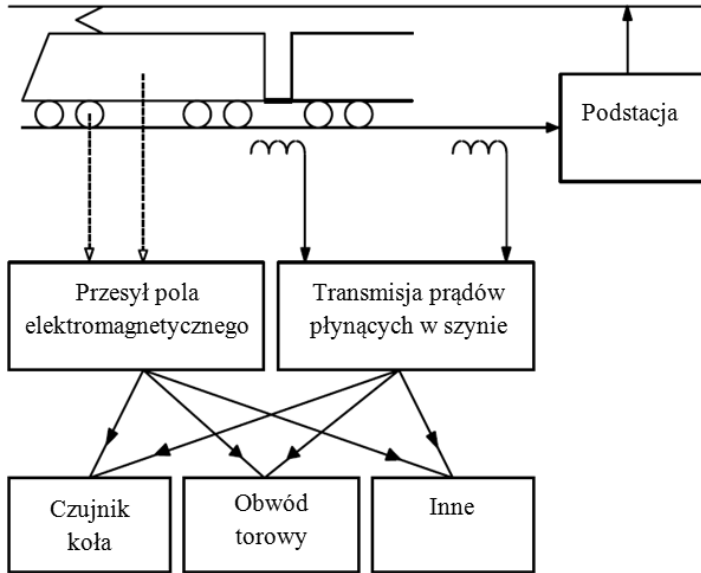
Kompatybilność taboru z systemami wykrywania pociągów determinują czynniki fizyczne i elektromagnetyczne. Czynniki fizyczne oddziałujące na obwody torowe to między innymi: minimalna długość obwodów torowych, minimalna długość pociągu, maksymalna prędkość, czas reakcji obwodów torowych, charakterystyka toru. Natomiast w przypadku liczników osi, a dokładniej czujników wykrywania osi brane są pod uwagę następujące parametry: geometria koła, prędkość pociągów, materiał koła.

Czynniki elektromagnetyczne można podzielić ze względu na źródło zakłócenia w następujący sposób:

- sprzęt elektryczny na pokładzie pojazdu, magnetycznie sprzężony z czujnikami koła przez szczelinę powietrzną (transformatory i przetwornice, magnetyczne hamulce torowe i wiroprowadowe hamulce torowe, które są montowane w pojeździe bezpośrednio nad torem, anteny nadajnika zamontowanego w pojeździe),
- prądy płynące w tokach szynowych.

Rysunek 1 przedstawia uproszczony schemat źródeł zakłóceń obwodów torowych, liczników osi oraz innych urządzeń wykrywania zajętości. Zakłócenia elektromagnetyczne oddziałujące bezpośrednio na czujniki koła mają zasadniczy wpływ na licznik osi. W związku z tym prawidłowa praca licznika jest w dużym stopniu uzależniona od

wrażliwości elektromagnetycznej samego czujnika wykrywania koła. W zależności od konfiguracji, na licznik osi mogą mieć również wpływ zakłócenia znajdujące się na drodze transmisji między torowiskiem a pomieszczeniem nastawnicy (urządzeniami przytorowymi). W związku z tym problematykę kompatybilności elektromagnetycznej obwodów torowych i liczników osi z taborem należy rozpatrywać odrębnie.



Rys. 1. Źródła zakłóceń elektromagnetycznych

3. WYBRANE REGULACJE DOTYCZĄCE BADANIA KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ

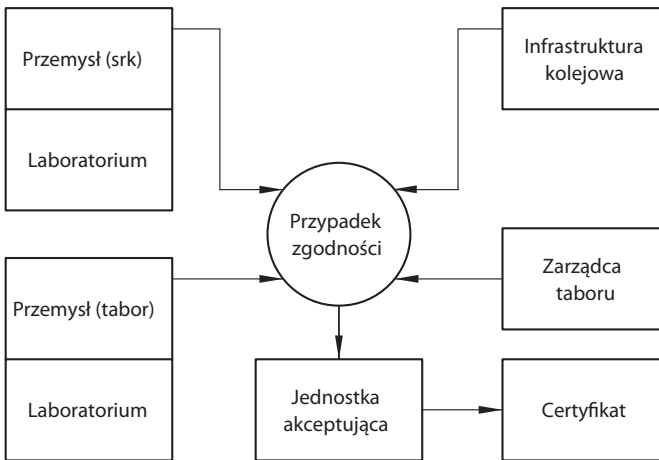
Aktualnie jednym z podstawowych dokumentów regulującym zagadnienie badania kompatybilności taboru z urządzeniami detekcji taboru i urządzeniami stwierdzania niezajętości torów jest europejska norma EN 50238, znana w Polsce jako norma zharmonizowana PN-EN 50238. Składa się ona z trzech części i opisuje procedury dopuszczania taboru poruszającego się po określonych trasach, przybliża ogólne i określa bardziej szczegółowe kryteria kompatybilności taboru z obwodami torowymi i licznikami osi. Zawiera metody pomiaru zakłóceń prądowych, podatność urządzeń wykrywania pociągu na te zakłócenia, charakterystyki obwodów trakcyjnych oraz procedury akceptacji.

Norma EN 50238 nie odnosi się do tych zespołów taboru, obwodów zasilania oraz systemów sterowania, które zostały uznane za zgodne przed jej wydaniem. Jednakże, o ile to możliwe, to norma ta może być stosowana w przypadku dokonywania modyfikacji lub modernizacji wymienionych elementów.

4. BADANIA KOMPATYBILNOŚCI

Rozłożenie odpowiedzialności za zgodność współpracy pomiędzy taborem, systemami detekcji pociągu i systemem trakcji zasilającej warunkuje, iż proces badania kompatybilności powinien być spójny i właściwie zaplanowany. Główną rolę w tym procesie odgrywa organ akceptujący, który zgodnie z przyjętymi kryteriami badania, analizuje dokumentację złożoną przez przedstawicieli zarządcy infrastruktury oraz zarządcy taboru.

Analiza zgodności powinna wykazać, że charakterystyka taboru kolejowego i generowane przez niego zakłócenia są zgodne z tolerancją tych zakłóceń przez system wykrywania pociągu, w określonych warunkach eksploatacyjnych, łącznie z trybami pracy awaryjnej. Ponadto właściwości fizyczne taboru powinny być zgodne z systemami wykrywania pociągów. Rysunek 2 przedstawia strony, które biorą udział w procesie akceptacji przypadku zgodności.



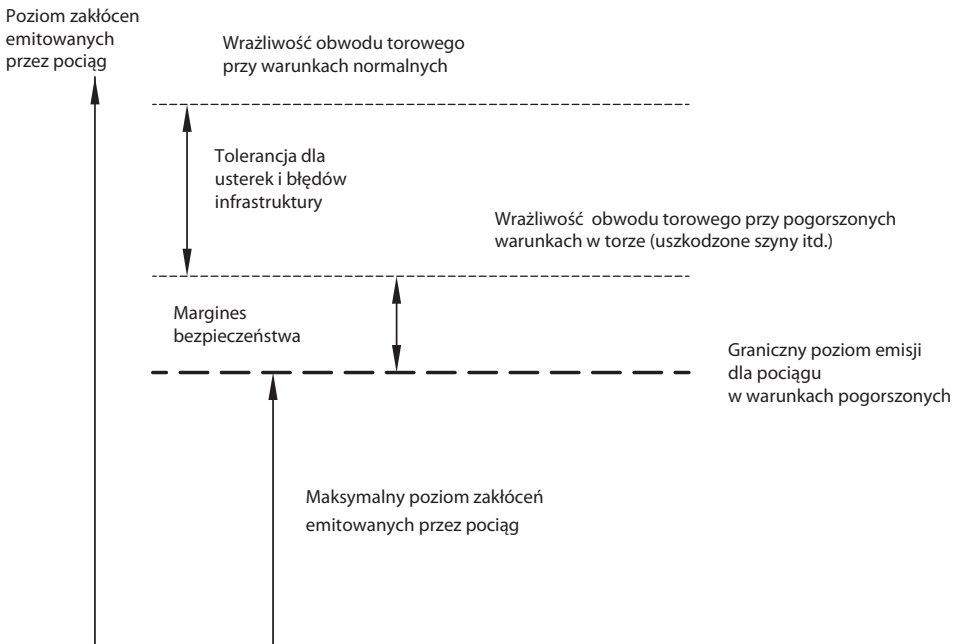
Rys. 2. Strony biorące udział w procesie akceptacji

Informacje analizowane przez jednostkę akceptującą pochodzą bezpośrednio od producentów urządzeń, podmiotów zarządzających taborem oraz z infrastruktury. Uzyskane dane są następnie porównywane w procesie badania zgodności.

Etapy tego procesu określa pierwszy rozdział normy, w którym dokładnie opisano procedury wydawania certyfikatu akceptującego kompatybilność pomiędzy taborem i urządzeniami wykrywania pojazdu. Znajdują się tam metody badania wrażliwości i maksymalnych poziomów zakłóceń dla liczników osi oraz obwodów torowych. Wytyczne te dotyczą badania wszystkich innych urządzeń, niż określone w pozostałych dwóch częściach dokumentu. W celu dopełnienia procedury akceptacji, w normie określono zasady badania prądów zakłóceńowych emitowanych przez tabor i sieć trakcyjną.

Druga część normy EN 50238 odnosi się do zagadnienia kompatybilności między taborem kolejowym a obwodami torowymi. Określa dopuszczalne wartości zakłóceń przenoszonych z taboru oraz metody pomiaru zgodności parametrów tego taboru z wyznaczonymi wartościami. W związku z tym dopuszczalne wartości emisji zakłóceń dla obwodów torowych, które w przyszłości znajdą swoje zastosowanie na interoperacyjnych liniach kolei konwencjonalnej i liniach dużej prędkości, powinny opierać się na ustalonych poziomach zakłóceń i metodach pomiarowych opisanych w normie EN 50238-2. Dokument zawiera wiele kryteriów i wymagań, które należy spełnić w trakcie przeprowadzania badań kompatybilności takich, jak: konfiguracje w testowych przejazdów taboru, wymagania dla infrastruktury, parametry aparatury badawczej, sposoby wyboru metody badawczej itd.

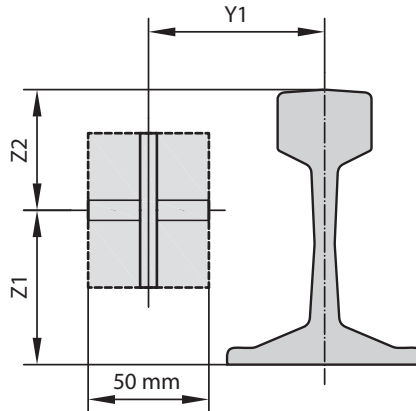
Ponadto norma zawiera zestawienie wartości dopuszczalnych prądów zakłócających obwody torowe w sposób ciągły. Podobnie jak w części trzeciej, zaleca się po przeprowadzeniu badań porównanie otrzymanych wyników z podanymi wartościami dopuszczalnymi i na tej podstawie zweryfikowanie kompatybilności elektromagnetycznej danego taboru z określonym obwodem torowym. Wartości dopuszczalne, opracowane ze względów bezpieczeństwa, uwzględniają pewną tolerancję i margines bezpieczeństwa (rys. 3). Ma to swoje uzasadnienie w tym, iż rozpatrywane modele obwodów torowych charakteryzują się różnym poziomem zabezpieczeń przed zakłóceniami. Dla obwodów torowych posiadających różne technologie ochrony przed występowaniem usterek



Rys. 3. Sposób przyporządkowania tolerancji dla dopuszczalnych wartości zakłóceń

krytycznych, w których zakłócenia mogą jedynie spowodować wystąpienie usterki bezpiecznej, stosuje się większy margines. Natomiast dla obwodów torowych o pojedynczej częstotliwości, które nie mają żadnej warstwy ochronnej przed usterkami powstałymi przez zakłócenia, stosuje się znacznie mniejszą tolerancję.

Trzecia część normy EN 50238 jest poświęcona metodom określania kompatybilności pomiędzy taborem a licznikami osi. Analogicznie jak w części drugiej, normę opracowano w odniesieniu do wybranego zbioru liczników na liniach interoperacyjnych i nie znajduje obecnie ogólnego zastosowania. W myśl kryteriów zdefiniowanych w normie, badania mają polegać na zestawieniu emisji pola magnetycznego pochodzącego z taboru z wartościami dopuszczalnymi, określonymi w normie. W związku z tym jest niezbędne przeprowadzenie serii badań taboru przejeżdżającego nad urządzeniami pomiarowymi przy ustalonych warunkach. Norma zaleca wykonać pomiary za pomocą anten w trzech płaszczyznach X, Y, Z. Otrzymane wyniki po odpowiednim przetworzeniu należy porównać z wartościami dopuszczalnymi. Zamieszczono je w formie tablicy w dokumencie EN-50238-3. Badania należy przeprowadzić za pomocą anteny trójwymiarowej, specjalnie do tego celu zaprojektowanej (rys. 4). Pomiar w każdej płaszczyźnie powinien obejmować zarówno częstotliwości niższe (LFR), jak również częstotliwości wyższe (HFR).



Y1 [mm]	Z1 [mm]	Z2 [mm]
LFR: 4 kHz – 100 kHz		
98	99	73
HFR: 100 kHz – 2 MHz		
94	120	52

Rys. 4. Zalecane ustawianie anten w stosunku do szyny

5. PODSUMOWANIE

Metody badania kompatybilności dla nowych urządzeń przedstawione w normie EN-50238 tworzą spójny proces dopuszczenia pojazdów trakcyjnych do eksploatacji na wybranych trasach. Nie we wszystkich krajach stosuje się dopuszczenie do eksploatacji pojazdu trakcyjnego na wybranej linii – np. w Polsce uważa się, że pojazd trakcyjny może kursować po całej sieci (pojazd elektryczny po sieci zelektryfikowanej).

Dla urządzeń nieuwzględnionych w normie dokument nakazuje zbadanie dopuszczalnych wartości zakłóceń co wymusza na jednostkach akceptujących zakup niezbędnej aparatury pomiarowej. Sam proces jest czasochłonny i dość ogólnie opisany, co w konsekwencji może prowadzić do błędnej interpretacji wymagań. Jednocześnie przy tak czasochłonnym procesie badań, znacznie wzrastają jego koszty.

W celu usprawnienia procesu badań kompatybilności elektromagnetycznej i obniżenia ich kosztów norma powinna zostać wzbogacona o zapisy lepiej precyzujące badanie istniejących już urządzeń.

W UIC rozważana jest możliwość weryfikacji metod badawczych w praktyce, co przy znaczącej liczbie przebadanych przypadków powinno doprowadzić z jednej strony do dokładniejszego opisu badań, a z drugiej strony do ich uproszczenia. Uproszczenie badań, biorąc pod uwagę dotychczasowe doświadczenia kolei polskich, wydaje się konieczne.

BIBLIOGRAFIA

1. PN-EN 50238-1: *Zastosowania kolejowe. Kompatybilność pomiędzy taborem urządzeniami wykrywania pociągu. Wiadomości ogólne.*
2. PN-EN 50238-2: *Zastosowania kolejowe. Kompatybilność pomiędzy taborem urządzeniami wykrywania pociągu. Kompatybilność z obwodami torowymi.*
3. PN-EN 50238-3: *Zastosowania kolejowe. Kompatybilność pomiędzy taborem urządzeniami wykrywania pociągu. Kompatybilność z licznikami osi.*
4. *Opracowanie dopuszczalnych parametrów zakłóceń dla urządzeń srk, łączności i pojazdów trakcyjnych.* Praca CNTK nr 6915/23, Warszawa, 1999 r.