

NOWELIZACJA PRZEPISÓW NORMALIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH URZĄDZEŃ NA TABORZE, URZĄDZEŃ STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM I TELEKOMUNIKACYJNYCH W ZAKRESIE BADAŃ EMC

Streszczenie

W artykule przedstawiono metodykę pomiarową emisji zaburzeń promieniowanych i przewodzonych oraz badań odporności urządzeń elektrycznych i elektronicznych montowanych na taborze kolejowym, urządzeń sterowania ruchem kolejowym oraz telekomunikacyjnych na przykładzie obecnie obowiązujących wymagań normatywnych norm serii PN-EN 50121-x-x. Przedstawiono zakres pomiarów i metodykę pomiarową podczas badań odpornościowych wyposażenia elektrycznego i elektronicznego montowanego na taborze, jak również stacjonarnych urządzeń kolejowych. Na koniec dokonano porównania obowiązujących wymagań normatywnych w tym zakresie wraz z nowymi edycjami norm kolejowych, które mają zostać wprowadzone niebawem, ze względu na dość stare wydania obecnych dokumentów normalizacyjnych, w oparciu które należy badać wyposażenie elektroniczne montowane na taborze oraz urządzenia stacjonarne służące do sterowania ruchem kolejowym i do łączności kolejowej pod kątem EMC w środowisku kolejowym

WSTĘP

Wszystkie urządzenia elektryczne i elektroniczne wprowadzane na teren kolejowy muszą być poddane badaniom między innymi na zgodność z wymaganiami normatywnymi dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej. Badania te dotyczą przede wszystkim urządzeń instalowanych na taborze kolejowym oraz instalowanych na terenie kolejowym, który rozumiany jest jako szlak kolejowy i jego otoczenie. Takimi urządzeniami są niewątpliwie urządzenia sterowania ruchem kolejowymi i systemy telekomunikacyjne. Z uwagi na specyfikę terenu kolejowego polegającą na przestrzennej lokalizacji tych urządzeń są one narażane na oddziaływanie naturalnych procesów elektromagnetycznych oraz na oddziaływanie innych systemów znajdujących się na terenie kolejowym.

Celem artykułu jest dokonanie porównania aktualnie obowiązujących wymagań normatywnych z nowymi edycjami wydania norm kolejowych w tym zakresie, które mają zostać wprowadzone w najbliższym czasie ze względu na dość stare wydania. Wcześniejsze wydania obecnie obowiązujących dokumentów normalizacyjnych, w oparciu które należy badać urządzenia elektryczne i elektroniczne montowane na taborze kolejowym oraz służące do sterowania ruchem kolejowym i łączności pod kątem wymagań kompatybilności elektromagnetycznej EMC będą różnić się od najnowszych edycji.

Wykonanie badań w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej jest uwarunkowane odpowiednimi regulacjami prawa europejskiego i krajowego. Ogólny zakres badań obejmuje określenie poziomów zaburzeń radioelektrycznych generowanych przez te urządzenia oraz poziomu odporności na sinusoidalne i impulsowe zaburzenia elektromagnetyczne. Porównując zakresy badawcze i kryteria narażeń dla urządzeń instalowanych na taborze kolejowym oraz na terenie kolejowym w stosunku do wymagań dla urządzeń ogólnego przeznaczenia można stwierdzić, że są one odpowiednio dostosowane do wymagań środowiska elektromagnetycznego, w którym będą pracować te urządzenia.

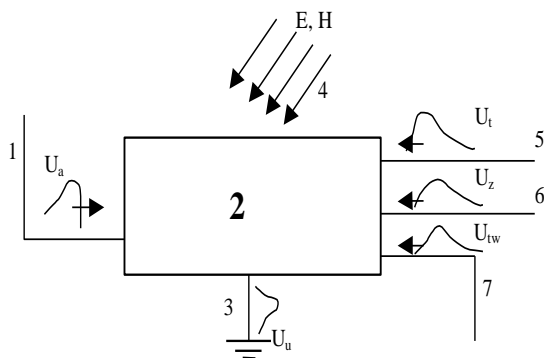
1. RODZAJE SYSTEMÓW I URZĄDZEŃ KOLEJOWYCH PODLEGAJĄCYCH BADANIOM EMC

W przypadku taboru kolejowego jako całości przepisy normalizacyjne nie wymagają przeprowadzania badań dotyczących odporności na zaburzenia elektromagnetyczne. Natomiast wszystkie urządzenia elektryczne i elektroniczne oraz systemy instalowane na taborze muszą obowiązkowo być poddane takim badaniom. W tym przypadku poziomy narażeń są uzależnione od miejsca instalacji urządzenia.

Wyróżnia się między innymi następujące systemy i urządzenia, które podlegają badaniom w dziedzinie kompatybilności elektromagnetycznej:

1. Systemy sterowania ruchem kolejowym i systemy telekomunikacyjne, instalowane wzdłuż torów i pomiędzy centrami sterowania związanymi z ruchem kolejowym,
2. Systemy informacji pasażerskiej dla pasażerów (SIP), które montowane są w pojazdach trakcyjnych, na stacjach i dworcach,
3. Systemy telewizji użytkowej (przemysłowej) na przejazdach kolejowych, służące jako systemy do prowadzenia ruchu kolejowego,
4. Urządzenia telekomunikacyjne służące do analogowej łączności kolejowej w pasmie 150 MHz takie, jak: radiotelefony stacjonarne u dyżurnego ruchu, kabinowe i doreczne (przenośne),
5. Urządzenia telekomunikacyjne służące do cyfrowej łączności kolejowej GSM-R jak radiotelefony kabinowe i noszone:
 - GPH – ogólnego przeznaczenia,
 - OPH – operacyjne,
 - OPS – manewrowe.
6. Stacjonarne urządzenia zasilające znajdujące się na terenie kolejowym wykorzystywane dla potrzeb trakcji elektrycznej.
7. Przekształtniki (przetwornice) trakcyjne i pomocnicze, które instalowane są na lokomotywach, wagonach oraz elektrycznych zespołach trakcyjnych.

Sposoby przenikania zaburzeń elektromagnetycznych do urządzenia kolejowego pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Drogi i sposoby przenikania zaburzeń do urządzenia kolejowego: 1 – antena, 2 – urządzenie taborowe (srk), 3 – lokalny punkt wyrównywania potencjałów, 4 – impulsowe pole magnetyczne działające bezpośrednio na urządzenie, 5 – przewody transmisji sygnałów, 6 – przewody zasilające, 7 – przewody transmisji sygnałów pomiędzy urządzeniami wewnątrz danego obiektu.

Podstawowym zagrożeniem dla poprawnej pracy urządzeń elektronicznych instalowanych wzdłuż szlaku kolejowego są naturalne procesy elektromagnetyczne w formie wyładowań atmosferycznych, procesy komutacyjne w energetycznej sieci zasilania oraz oddziaływanie innych urządzeń jako potencjalnych źródeł zaburzeń elektromagnetycznych generujących energię elektromagnetyczną w szerokim zakresie częstotliwości.

Niezawodna praca urządzeń elektronicznych instalowanych na terenie kolejowym zależy przede wszystkim od właściwie zaprojektowanej i zainstalowanej ochrony odgromowej i przeciwprzebiegowej. Duża różnorodność urządzeń elektrycznych i elektronicznych rozmieszczonych na znacznym obszarze, zasilanych napięciem przemiennym i stałym o różniących się wartościach napięcia powoduje, że nie można zastosować jednego uniwersalnego systemu zabezpieczeń.

Nasycanie w coraz większym stopniu elektroniką podstacji trakcyjnych i pojazdów pociąga za sobą konieczność modyfikacji stosowanego dotąd systemu zabezpieczeń zarówno po stronie sieci trakcyjnej i na samym pojeździe.

Przestrzenne rozmieszczenie urządzeń sterowania ruchem wraz z znacznymi długościami linii zasilających i przesyłania sygnałów powodują większą wrażliwość na przepięcia zarówno pochodzenia atmosferycznego i również komutacyjnego.

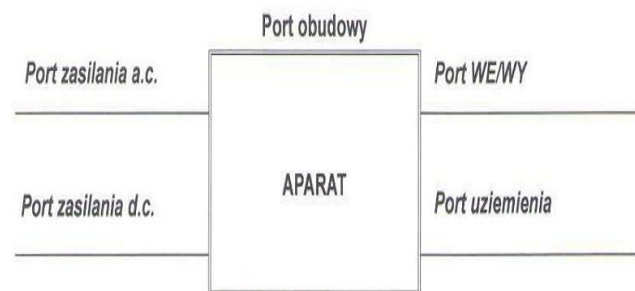
W tym zakresie przepisy normalizacyjne określają wymagania dotyczące jedynie odporności dla poszczególnych urządzeń instalowanych na taborze lub na szlaku kolejowym. Natomiast urządzenia instalowane na szlaku mogą być narażane przez sygnały o amplitudzie przekraczającej znacznie dopuszczalny poziom. Taki przypadek może mieć miejsce, ponieważ niektóre urządzenia mogą być ze sobą połączone kablami o znacznej długości zarówno po stronie zasilania, jak również po stronie sygnałowej. W tym przypadku ważną rolę odgrywać będą zjawiska falowe.

W takim przypadku pomimo spełniania w pełni wymagań norm na poszczególne urządzenia, cały system zainstalowany na szlaku kolejowym może tych wymagań EMC nie spełnić w zakresie odporności na zaburzenia elektromagnetyczne.

2. ASPEKTY RODZAJÓW BADAŃ EMC I ICH METODYKA

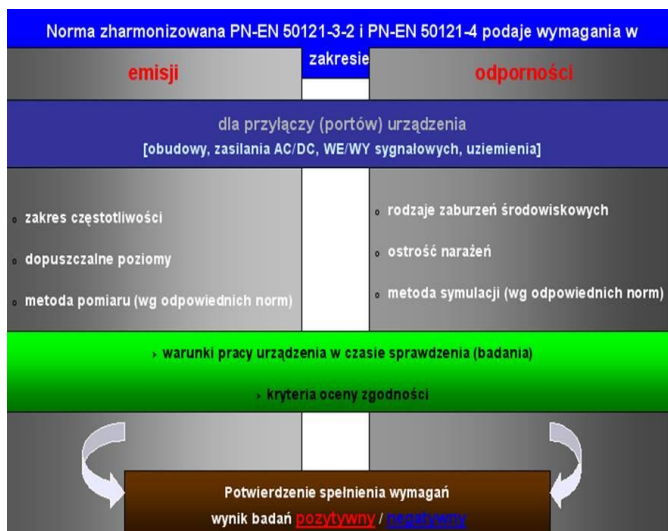
W zakresie oceny poziomu emisji niepożądanego, która jest generowana przez urządzenia kolejowe wykonywane są badania

emisji zaburzeń przewodzonych oraz promieniowanych. Ocena poziomu emisji zaburzeń przewodzonych wykonywana w obwodach wszystkich portów zasilania tzn. dla portu wejściowego i wyjściowego, co ilustruje rysunek 2. W przypadku oceny poziomu zaburzeń promieniowanych należy je wykonywać dla obiektów stacjonarnych i ruchomych z uwzględnieniem portu obudowy.



Rys. 2. Zasadnicze rodzaje portów podczas badań EMC.

Badania dotyczące odporności urządzeń na zaburzenia elektromagnetyczne przeprowadzane są w zakresie oddziaływania na urządzenia impulsów typu BURST, SURGE, ESD, zaników, spadków i zmian napięcia zasilającego AC lub DC, odporności na pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej, na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola o częstotliwości radiowej, na pole magnetyczne o częstotliwości sieci elektroenergetycznej oraz odporności na impulsowe pole magnetyczne. Wszystkie wymienione wcześniej badania zawarte są w dyrektywie 2004/108/WE [1] oraz w zharmonizowanych normach [2] i [3], co pokazano na rysunku 3.



Rys. 3. Wymagania zasadnicze EMC związane z normami zharmonizowanymi.

Badania w zakresie emisji oraz odporności urządzeń elektrycznych i elektronicznych montowanych na taborze oraz służących do sterowania ruchem kolejowym i radiolączności przeprowadza się według zaleceń zawartych w następujących normach:

- **PN-EN 50121-4** Zastosowania kolejowe -- Kompatybilność elektromagnetyczna - Część 4: Emisja i odporność urządzeń sterowania ruchem kolejowym i urządzeń telekomunikacyjnych [3],
- **PN-EN 55011** Przemysłowe, naukowe i medyczne urządzenia o częstotliwości radiowej -- Charakterystyki zaburzeń elektro-

- magnetycznych -- Dopuszczalne poziomy i metody pomiarów [4],
- **PN-EN 61000-6-4** Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - - Część 6-4: Normy ogólne -- Norma emisji w środowiskach przemysłowych [5],
 - **PN-EN 61000-4-2** Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - - Część 4-2: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na wyładowania elektrostatyczne [6],
 - **PN-EN 61000-4-3** Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - - Część 4-3: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na promieniowane pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej [7],
 - **PN-EN 61000-4-4** Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - - Część 4-4: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych [8],
 - **PN-EN 61000-4-5** Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - - Część 4-5: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na udary [9],
 - **PN-EN 61000-4-6** Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - - Część 4-6: Metody badań i pomiarów -- Odporność na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej [10],
 - **PN-EN 61000-4-8** Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - - Część 4-8: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na pole magnetyczne o częstotliwości sieci elektroenergetycznej [11],
 - **PN-EN 61000-4-9** Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - - Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na impulsowe pole magnetyczne [12],
 - **PN-EN 61000-4-11** Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-11: Metody badań i pomiarów -- Badania odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia zasilania AC [13],
 - **PN-EN 61000-4-29** Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-29: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia występujące w przyłączy zasilającym prądu stałego [14].

3. ZMIANY NORMALIZACYJNE W NOWYCH EDYCJACH NORM KOLEJOWYCH PODCZAS BADAŃ URZĄDZEŃ

We wrześniu 2014 roku Komitet Techniczny TC 9X do spraw zastosowań kolejowych elektryki i elektroniki w CENELECU opublikował na etapie FINAL DRAFT projekty nowych wydań aktów normatywnych serii EN-50121-x-x, które mają zastąpić dotychczasowe dość stare już wydania obecnie obowiązujących wymagań normatywnych w zakresie badań urządzeń montowanych na taborze kolejowym oraz urządzeń sterowania ruchem kolejowym i telekomunikacyjnych pod kątem kompatybilności elektromagnetycznej.

W zakresie najważniejszych wprowadzonych zmian w wyżej wymienionych wcześniej normach kolejowych zharmonizowanych z dyrektywą EMC, wystąpiły następujące zmiany:

1. Zwiększono zakres mierzonej emisji zaburzeń promieniowanych rozszerzając pasmo pomiarowe do częstotliwości 6 GHz dla niektórych typów urządzeń. Które urządzenia i w jakim zakresie muszą być badane podano w uwagach f, g, i, j oraz k normy [3]. Zawarte zapisy zostały ujednoczone z wymaganiami zawartymi w normie [5],
2. Wymagania w zakresie odporności na udary elektryczne nie zostały ujednoczone z wymaganiami nowej normy [9], która to zmienia metodę badawczą w zakresie kształtowania impulsu udarowego,

3. Zawężono zakres narażeń do 800 MHz zgodnie z normą [7] dla pola elektromagnetycznego o częstotliwościach radiowych,
4. Zwiększono dotychczasowe pasmo narażeń z 800 MHz - 2,500 GHz do 800 MHz - 6 GHz w zakresie pola elektromagnetycznego o częstotliwościach radiowych pochodzącego od przenośnych telefonów cyfrowych,
5. W zakresie pomiarów emisji zaburzeń promieniowanych wprowadzono równoważność metody pomiaru i wartości poziomów dopuszczalnych zgodnie z normą [5],
6. Usunięto wymagania w zakresie impulsowego pola magnetycznego według zaleceń normy [12],
7. Przekształtniki trakcyjne i pomocnicze o mocy powyżej 50 kVA nie mogą podlegać indywidualnym badaniom i można je wykonać podczas badań pojazdu jako całości.

BIBLIOGRAFIA

1. Directive 2004/108/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility and repealing Directive 89/336/EEC.
2. PN-EN 50121-3-2, *Zastosowania kolejowe -- Kompatybilność elektromagnetyczna -- Część 3-2: Tabor - Aparatura*, PKN, Warszawa 2009 r.
3. PN-EN 50121-4, *Zastosowania kolejowe -- Kompatybilność elektromagnetyczna - Część 4: Emisja i odporność urządzeń sterowania ruchem kolejowym i urządzeń telekomunikacyjnych*, PKN, Warszawa 2008 r.
4. PN-EN 55011, *Przemysłowe, naukowe i medyczne urządzenia o częstotliwości radiowej -- Charakterystyki zaburzeń elektromagnetycznych -- Dopuszczalne poziomy i metody pomiarów*, PKN, Warszawa 2012 r.
5. PN-EN 61000-6-4, *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 6-4: Normy ogólne -- Norma emisji w środowiskach przemysłowych*, PKN, Warszawa 2008 r.
6. PN-EN 61000-4-2, *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-2: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na wyładowania elektrostatyczne*, PKN, Warszawa 2011 r.
7. PN-EN 61000-4-3, *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-3: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na promieniowane pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej*, PKN, Warszawa 2007 r.
8. PN-EN 61000-4-4, *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-4: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych*, PKN, Warszawa 2014 r.
9. PN-EN 61000-4-5, *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-5: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na udary*, PKN, Warszawa 2015 r.
10. PN-EN 61000-4-6, *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-6: Metody badań i pomiarów -- Odporność na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej*, PKN, Warszawa 2015 r.
11. PN-EN 61000-4-8, *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-8: Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na pole magnetyczne o częstotliwości sieci elektroenergetycznej*, PKN, Warszawa 2010 r.
12. PN-EN 61000-4-9, *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Metody badań i pomiarów -- Badanie odporności na impulsowe pole magnetyczne*, PKN, Warszawa 1998 r.
13. PN-EN 61000-4-11, *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 4-11: Metody badań i pomiarów -- Badania odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia zasilania AC*, PKN, Warszawa 2007 r.

14. PN-EN 61000-4-29, *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-29: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia występujące w przyłączy zasilającym prądu stałego*, PKN, Warszawa 2004 r.
15. PN-T-01030, *Kompatybilność elektromagnetyczna – Terminologia*, PKN, Warszawa 1996 r.
16. Słownictwo z dziedziny kompatybilności elektromagnetycznej, Normalizacyjna Komisja Problemowa nr 104 ds. Kompatybilności Elektromagnetycznej przy PKN, Warszawa-Wrocław 2000.
17. Tadeusz W. Więckowski, „*Pomiary emisyjności urządzeń elektrycznych i elektronicznych*”, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997,
18. Tadeusz W. Więckowski, „*Badania kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych i elektronicznych*”, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001,

dr inż. **Mieczysław Laskowski** – Instytut Kolejnictwa, Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki, 04-275 Warszawa; ul. J. Chłopickiego 50; Tel. (22) 47-31-358; Fax. (22) 47-31-036; e-mail: mlaskowski@ikolej.pl

THE AMENDMENT OF THE STANDARDIZATION RULES CONCERNING DEVICES INSTALLED ON ROLLING STOCK, TELECOM- MUNICATION AND RAILWAY TRAFFIC CONTROL DEVICES IN TERMS OF TESTED EMC

Abstract

The paper presents the methodology of measurement radiation and conducted disturbance emission as well as the methodology of the testing resistance electrical and electronic devices installed on rolling stock, telecommunication and railway traffic control devices in reference to current obligatory normative standard requirements PN-EN 50121-x-x. The article presents range of measurements and methodology of measurements during testing resistance in electrical and electronic equipment installed on rolling stock as well as in stationary rail devices. In conclusion paper presents comparison of obligatory, normative standard requirements in this range and along with new edition of rail standards, which will be deployed soon, due to the old editions of current standard documents based on the electronic equipment installed on rolling stock and stationary rail devices used to railway traffic control and used to rail connection should be tested in terms of EMC in rail environment to reduce.

Autorzy:

mgr inż. **Artur Dłużniewski** – Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji, 04-275 Warszawa; ul. J. Chłopickiego 50; Tel. (22) 47-31-399; Fax. (22) 47-31-036; e-mail: adluzniewski@ikolej.pl

mgr inż. **Łukasz John** – Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji, 04-275 Warszawa; ul. J. Chłopickiego 50; Tel. (22) 47-31-421; Fax. (22) 47-31-036; e-mail: ljohn@ikolej.pl