

## Kompatybilność Elektromagnetyczna urządzeń PLC

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono problemy zgodności transponderów sieciowych (urządzeń PLC) z wymaganiami stawianymi przez normy EMC dla środowiska mieszkalnego. Przedstawiono badania emisji przewodzonych wybranych transponderów sieciowych dostępnych na rynku. W pracy skoncentrowano się głównie na rozwiązaniu problemów jakie napotykają producenci przy wprowadzaniu wyrobu na rynek.

**Abstract.** The article presents compatibility problems of transmitter adaptors (PLC devices) with fulfill the requirements of EMC standards for residential environment. In the paper, the results of conducted emissions measurements of selected transmitter adaptors have been presented. The study focused mainly on solving the problems faced by producers in order to place the product on the market. (Electromagnetic Compatibility of PLC devices).

**Słowa kluczowe:** PLC, transmytery sieciowe, deklaracja CE, emisje przewodzone.

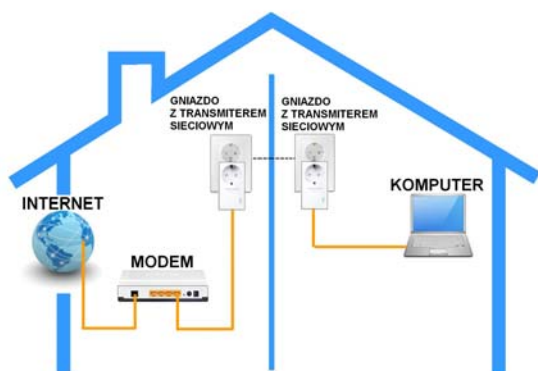
**Keywords:** PLC, Power Line Communication, CE declaration, conducted emissions.

### Wstęp

W dzisiejszych czasach trudno wyobrazić sobie funkcjonowanie człowieka bez dostępu do Internetu. W środowisku mieszkalnym nie zawsze jest dostępna bezprzewodowa sieć komputerowa Wi-Fi, a także nie zawsze jest możliwe zainstalowanie kabli sieciowych. W takiej sytuacji można sięgnąć po technologię PLC (Power Line Communication), która pozwala wykorzystać instalację elektryczną do stworzenia sieci komputerowej.

Według informacji producentów dwa „sparowane” transmytery sieciowe są w stanie przesyłać między sobą dane z prędkością do 500 Mb/s, a ich maksymalny zasięg wynosi 300 m. Oczywiście szybkość transmisji uzależniona jest od jakości instalacji elektrycznej, jej długości i poziomu zaburzeń jakie w niej mogą wystąpić.

Urządzenia PLC już od dłuższego czasu budzą wiele kontrowersji związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną. W artykule rozpatrzono przypadek, gdy doprowadzoną do użytkownika sieć komputerową dopiero w obrębie budynku rozprowadzono poprzez przewody instalacji elektrycznej za pomocą urządzeń PLC. Pokazano to na rysunku 1.



Rys.1. Schemat sieci domowej z transmyterami sieciowymi PLC

Urządzenia do realizacji powyższego schematu, zaopatrzone nawet w wymagane przepisami oznaczenie znakiem CE, można z łatwością nabyć na rynku. Pozyskane tą drogą dwa wybrane zestawy urządzeń zostały przebadane na zgodność z normą EN 55022 [1], do której odwołują się producenci w deklaracjach zgodności CE w odniesieniu do emisji zaburzeń przewodzonych. Wyniki badań oraz wnioski zostały opisane w niniejszym artykule.

### Wymagania norm EMC dla urządzeń PLC

Urządzenia PLC lokują się w obszarze objętym dyrektywami R&TTE oraz EMC. Jeżeli chodzi o uregulowania normatywne, to w deklaracjach zgodności (w zależności od daty sporządzenia) wielu producentów sięga po normę EN 55022 [1]. Inni producenci odwołują się do dokumentu CISPR/11/89/CD [2]. Jeszcze inni producenci wymieniają w deklaracji dokument CISPR/11/257/CD [3]. Wreszcie część producentów stosuje inną ścieżkę dopuszczoną przez przepisy, a mianowicie sprawdzenie zgodności CE przez jednostkę kompetentną na podstawie dokumentacji konstrukcyjnej TCF (Technical Construction File). Po zweryfikowaniu przez jednostkę kompetentną, że urządzenie jest zgodne z wymaganiami dyrektywy EMC, można go zaopatrzyć w znak CE.

### Badania wybranych zestawów urządzeń PLC

Wybrane urządzenia PLC przebadano wyłącznie w zakresie zaburzeń przewodzonych, bowiem zgodnie z przekonaniem autorów właśnie sygnały wprowadzone przez nie do domowej instalacji elektrycznej są przyczyną zaburzeń promieniowanych wprowadzanych do tego środowiska.

W pierwszej kolejności przebadano zestaw transmyterów oznaczony w badaniach jako „Zestaw 1” (rys. 2). Do badań wykorzystano standardowy układ pomiarowy zgodny z normą EN 55022 (rys. 3). W badaniach wykorzystano analizator EMC typu HP 8591EM firmy Hewlett-Packard, oraz sieć sztuczną LISN typu 3810/2 firmy EMCO. Na stanowisku pomiarowym oba transmytery włączono do

wspólnej listwy zasilającej podłączonej do wyjścia sieci sztucznej. Jeden z nich był podłączony do gniazda modemu, zaś drugi do gniazda Ethernet komputera przenośnego. Przykładowe wyniki pomiarów emisji przewodzonych przedstawiono na rys. 4.

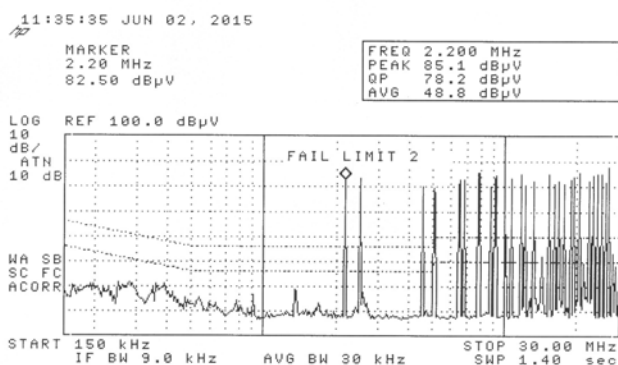
Zaobserwowane emisje występują w zakresie częstotliwości od 1,6 MHz do 30 MHz. Zmierzone wartości poziomu emisji w tym zakresie częstotliwości przekraczają dopuszczalny limit nawet o około 30 dB $\mu$ V. Przykładowy pomiar wykonano dla  $f = 2,2$  MHz, przy czym otrzymane dla przewodu L rezultaty odpowiadają następującym wartościom: dla detektora QP – 78,2 dB $\mu$ V (wartość graniczna – 56 dB $\mu$ V) natomiast dla detektora AV – 48,8 dB $\mu$ V (wartość graniczna – 46 dB $\mu$ V). Podobne wyniki otrzymano dla przewodu N.



Rys.2. Transmityery sieciowe – Zestaw nr 1



Rys.3. Układ pomiarowy podczas badań – Zestaw nr 1



Rys.4. Wyniki pomiarów emisji przewodzonych – Zestaw nr 1

Podobnie zbadano zestaw transmiterów oznaczony jako Zestaw 2 (rys.5). Rysunek 6 przedstawia stanowisko pomiarowe z badanym zestawem transmiterów. Wyniki pomiarów tego zestawu transmiterów przedstawia rysunek 7.

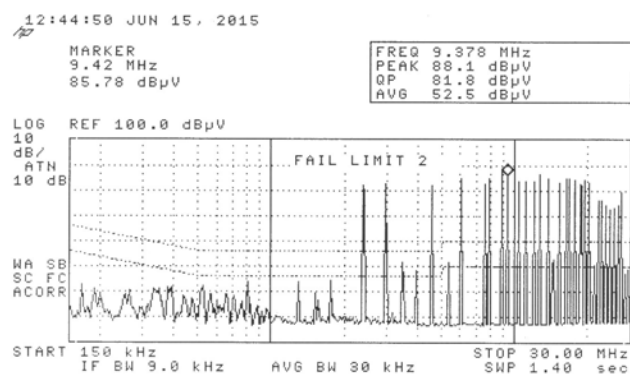
Zaobserwowane emisje występują w zakresie częstotliwości od 1,6 MHz do 30 MHz. Zmierzone wartości emisji w tym zakresie częstotliwości przekraczają dopuszczalny limit też o około 30 dB $\mu$ V. Przykładowy pomiar wykonano dla  $f = 9,378$  MHz i zanotowano wyniki dla przewodu L: dla detektora QP – 81,8 dB $\mu$ V (limit – 56 dB $\mu$ V), dla detektora AV – 52,5 dB $\mu$ V (limit – 46 dB $\mu$ V). Podobne wyniki uzyskano dla przewodu N.



Rys.5. Transmityery sieciowe – Zestaw nr 2



Rys.6. Układ pomiarowy podczas badań – Zestaw nr 2



Rys.7. Wyniki pomiarów emisji przewodzonych – Zestaw nr 2

## Podsumowanie i wnioski

W wielu publikacjach dotyczących urządzeń PLC formułowane są zastrzeżenia dotyczące zaburzeń promieniowanych generowanych przez przewody elektrycznej sieci domowej (budynki mieszkalne stają się anteną). Zastrzeżenia te zgłaszane są głównie przez osoby związane z radiokomunikacją i mające na uwadze ochronę pasma używanego do łączności. Tego aspektu zagadnienia autorzy nie badali. Przeprowadzono natomiast zgodnie z normą EN 55022 (na którą powołują się producenci) badania zaburzeń przewodzonych na złączu zasilania, które wykazały, że badane urządzenia nie spełniają wymagań EMC w tym zakresie. Można to uzasadnić następująco. Do poprawnej pracy urządzeń PLC z dużą prędkością transmisji niezbędny jest sygnał znacząco przekraczający poziom szumu. Sygnały zaburzeń przewodzonych w sieci elektrycznej można traktować jak szum o poziomie mniejszym lub równym dozwolonemu limitowi określonym w normie, zatem nic dziwnego, że sygnał transmisji PLC jest o około 30 dB większy.

Niespełnienie wymagań normy EN 55022 przez zbadane przykładowo zestawy PLC, skłoniło autorów do dokładniejszego sprawdzenia deklaracji zgodności prezentowanych przez producentów.

Autorom znany jest przypadek (ustalono to na podstawie raportu z pomiarów), że w deklaracji zgodności wymieniono normę EN 55022, a w raporcie zamieszczono akapit: „pomiaru zaburzeń przewodzonych na złączu zasilania nie wykonywano na żądanie klienta (Mains Port Conducted Emissions not performed at request of customer)”.

Wymienione w deklaracjach zgodności dokumenty CISPR/11/89/CD oraz CISPR/11/257/CD nigdy nie były dokumentami normatywnymi. Świadczą o tym adnotacje w ich tekstach: “(This document is still under study and subject to change. It should not be used for reference purposes)”. Wobec tego ich zastosowanie nie było w pełni uzasadnione. Wiele źródeł [4, 5] podaje informacje, że dokumenty te zostały ostatecznie odrzucone przez CISPR (Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques).

Wszystkie wyszczególnione działania wskazują na trudność ulokowania tego typu wyrobów na rynku ze względu na brak pełnej zgodności z wymaganiami Dyrektywy EMC [6].

Uporządkowanie sytuacji może nastąpić w wyniku wycofania normy EN 55022 i wprowadzenia na jej miejsce normy EN 50561 [7] (w Polsce w roku 2013 – wersja angielska).

Norma EN 50561 powstała głównie z powodu braku w normie EN 55022 uregulowań odnoszących się bezpośrednio do urządzeń PLC. Norma wprowadza nowe metody oraz nowe układy do pomiaru zaburzeń przewodzonych portów PLC. Weryfikacja wyników sprawdzenia, zbadanych zgodnie z wymaganiami tej normy w laboratorium Politechniki Łódzkiej zestawów PLC będzie możliwa, ale dopiero po uzupełnieniu wyposażenia o wprowadzone przez nową normę – układy AMN (Artificial Mains Network) oraz ISN (Impedance Stabilization Network).

Przedstawione problemy pokazują, że nowe, torujące sobie drogę na rynek technologie, wymuszają konieczność zmiany wymagań technicznych zawartych w normach. Podobne problemy ilustruje publikacja [8] dotycząca źródeł światła LED.

## LITERATURA

- [1] PN-EN 55022:2011 (wersja polska) - Urządzenia informatyczne - Charakterystyki zaburzeń radioelektrycznych - Poziomy dopuszczalne i metody pomiarów.
- [2] CISPR/11/89/CD, Amendment to CISPR 22: Clarification of its application to telecommunication system on the method of disturbance measurement at ports used for PLC (Power Line Communication), CISPR/11, 14th November 2003
- [3] CISPR/11/257/CD Limits and method of measurement of broadband telecommunication equipment over power lines, February 2008
- [4] Tim Williams, RF Emissions of Powerline Ethernet adaptors, *EMC Journal*, nr. 82, 2009
- [5] Tim Williams, *Why broadband PLT is bad for EMC*, Elmec Services 2009, <http://www.compliance-club.com/>
- [6] Dyrektywa 2004/108/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 grudnia 2004 r. <https://uokik.gov.pl/download.php?plik=14529>
- [7] PN-EN 50561-1:2013 (wersja angielska) - Urządzenia do komunikacji z wykorzystaniem sieci zasilającej niskiego napięcia -- Charakterystyki zaburzeń radioelektrycznych - Poziomy dopuszczalne i metody pomiaru - Część 1: Urządzenia użytku domowego
- [8] Kasprzak A., Orlikowski M., Brodecki D. - Badania harmonicznych prądu zasilania źródeł światła LED dostępnych na rynku, *Przegląd Elektrotechniczny*, ISSN 0033-2097, r. 90 nr 7/2014

**Autorzy:** dr inż. Dariusz Brodecki, Politechnika Łódzka, Instytut Elektroenergetyki, ul. Stefanowskiego 18/22, 90-924 Łódź, E-mail: [dariusz.brodecki@p.lodz.pl](mailto:dariusz.brodecki@p.lodz.pl); dr inż. Marek Orlikowski, Politechnika Łódzka, Instytut Elektroenergetyki, ul. Stefanowskiego 18/22, 90-924 Łódź, E-mail: [marek.orlikowski@p.lodz.pl](mailto:marek.orlikowski@p.lodz.pl)