

doi:10.15199/48.2015.11.05

## Pomiary emisji zaburzeń elektromagnetycznych powyżej 30 MHz zgodnie z normą PN-EN 55014-1 – wybór metody

**Streszczenie.** W artykule zaprezentowano metody pomiarów emisji zaburzeń w zakresie częstotliwości powyżej 30MHz wymagane przez normę PN-EN 55014-1. Opisano algorytm i kryteria umożliwiające wybór metody pomiaru. W artykule zostały przedstawione zalety i wady stanowisk pomiarowych. Na podstawie analizy wyników pomiarów przedstawiono wnioski na temat zgodności wyrobów z wymaganiami podanymi w normie oraz ich odniesienie do podstawowych wymagań Dyrektywy EMC.

**Abstract.** This paper reports about different methods of radiated emission measurements in frequency range above 30MHz required by standard PN-EN 55014-1. Was described algorithm and criterion of choice. The article presents the advantages and disadvantages of measurement test setups. Based on the results of measurements are presented conclusions on the compliance of products with the requirements to the standard and referring them to the basic requirements of the EMC Directive. (**Emission measurements above 30MHz according to PN-EN 55014-1 – choice of correct method.**)

**Słowa kluczowe:** moc zaburzeń, MDS, emisja promieniowana, kompatybilność elektromagnetyczna, pomiary, metody, EMC.  
**Keywords:** power interference, MDS, radiated emission, electromagnetic compatibility, measurements, methods, EMC.

### Wstęp

Podstawowymi aktami prawnymi umożliwiającymi poprawne funkcjonowanie rynku wewnętrznego Unii Europejskiej są Dyrektywy. Jedną z nich jest Dyrektywa 2004/108/WE [1] (nazywana również Dyrektywą EMC) odnosząca się do kompatybilności elektromagnetycznej (ang. EMC Electromagnetic Compatibility). Techniczna strona tego dokumentu zawiera odniesienia do norm zharmonizowanych z zakresu EMC. Zgodnie z zaleceniami zawartymi w Załączniku I do [1] urządzenia powinny być tak projektowane i produkowane, aby poziomy wytwarzanych przez nie zaburzeń elektromagnetycznych nie przekraczały poziomu, powyżej którego urządzenia radiowe i telekomunikacyjne lub inne urządzenia mogłyby działać niezgodnie z przeznaczeniem.

Ze względu na poziomy dopuszczalnych emisji środowisko elektromagnetyczne dzieli się typowo na dwa rodzaje:

- mieszkalne, handlowe i lekko uprzemysłowione,
- przemysłowe.

W normie PN-EN 55014-1 [2], która dotyczy przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń, określono dopuszczalne poziomy zaburzeń elektromagnetycznych oraz opisano metody pomiarowe, którymi powinno się te zaburzenia mierzyć.

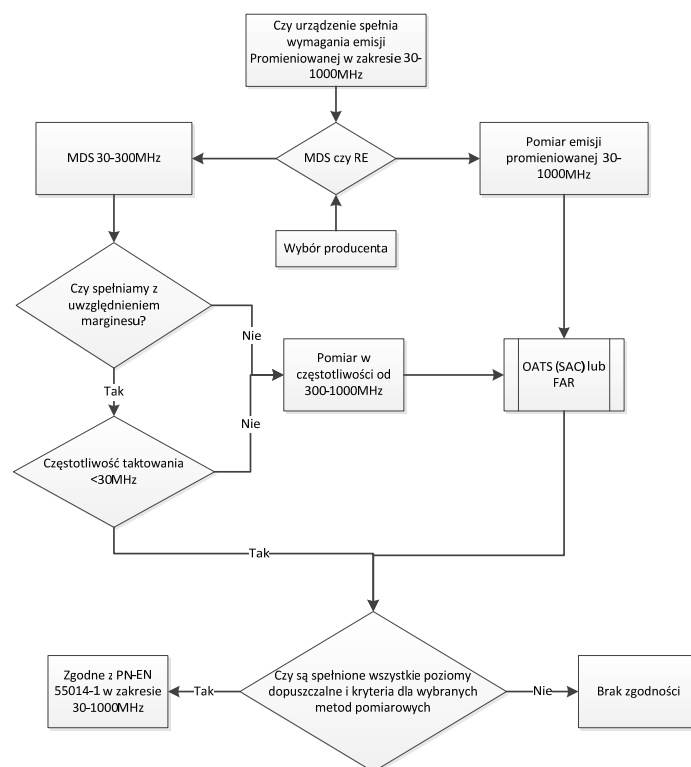
### Metody pomiaru emisji zaburzeń elektromagnetycznych – norma EN 55014-1

Zgodnie z wymaganiami UE każde urządzenie wprowadzane na jej wewnętrzny rynek powinno przejść procedurę oceny zgodności i posiadać deklarację zgodności. W przypadku urządzeń podlegających Dyrektywie EMC jedną z zalecanych metod jest wykonanie badań urządzenia na zgodność z normami zharmonizowanymi EMC. Dla urządzeń powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i urządzeń podobnych podstawowym dokumentem jest norma PN-EN 55014-1 [2]. Większość urządzeń AGD podlega wymaganiom tej normy.

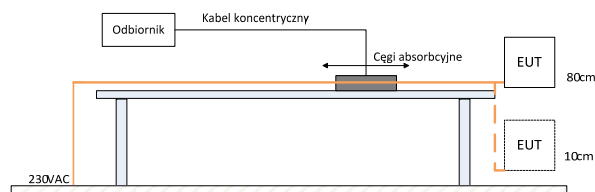
Dla pomiarów emisji zaburzeń w zakresie częstotliwości powyżej 30 MHz przedstawiono tam szczegółowy algorytm wyboru metody pomiarowej (rys.1) oraz określono dopuszczalne limity. Wybór metody leży po stronie Zlecającego (producenta).

Preferowaną przez producentów metodą pomiarową jest pomiar mocy zaburzeń (rys. 2) w zakresie częstotliwości od 30 MHz do 300 MHz (z ewentualnym uwzględnieniem

dotkowego pomiaru emisji zaburzeń promieniowanych w zakresie od 300 MHz do 1 GHz). Drugą z metod jest pomiar emisji zaburzeń promieniowanych w zakresie częstotliwości od 30 MHz do 1 GHz (rys. 3).



Rys.1. Algorytm wyboru metody pomiarowej zgodnie z PN-EN 55014-1 (MDS – methods RE – radiated emission, SAC – Semi Anechoic Chamber, FAR – Full Anechoic Room, OATS – Open Area Test Site)

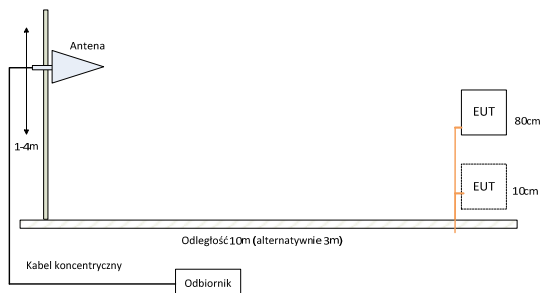


Rys.2. Stanowisko do pomiaru mocy zaburzeń

Pierwsza metoda jest preferowana przez producentów ze względu na:

- mniejszą czasochłonność pomiaru,
- mniejsze koszty wybudowania stanowiska oraz jego utrzymania (minimalne wyposażenie stanowiska to odbiornik pomiarowy, ziemia odniesienia, ława pomiarowa wraz z cęgami typu MDS),
- większą dostępność stanowisk pomiarowych,
- „łatwiejsze” spełnienie wymagań normy [2] przy mniejszym nakładzie kosztów i czasu.

Pomiar mocy zaburzeń wykonuje się dla przyłączy zasilania urządzenia i dla przewodów dołączonych do urządzenia o długości większej niż 0,25 m.



Rys.3. Stanowisko do pomiaru emisji promieniowanej

Pomiar emisji zaburzeń z zastosowaniem metody pomiaru mocy zaburzeń uwzględnia tych emisji obiektu, których droga propagacji jest inna niż poprzez zewnętrzne przewody (jest to zaleta dla producenta, który musi zadbać o dobre odfiltrowanie jedynie przyłączy kablowych).

Problemem jest też powtarzalność wyników pomiarów pomiędzy stanowiskami w różnych laboratoriach związana m.in. z impedancją końca badanego przyłącza. W przypadku badań urządzeń stawianych na ziemi norma PN-EN 55014-1 nie precyzuje sposobu prowadzenia przewodów zasilania od obiektu do ławy pomiarowej (np. nie określono odległości przewodu od badanego urządzenia EUT (EUT- Equipment Under Test) , co w przypadku dużych metalowych obudów urządzeń dla wyższych częstotliwości może mieć duże znaczenie).

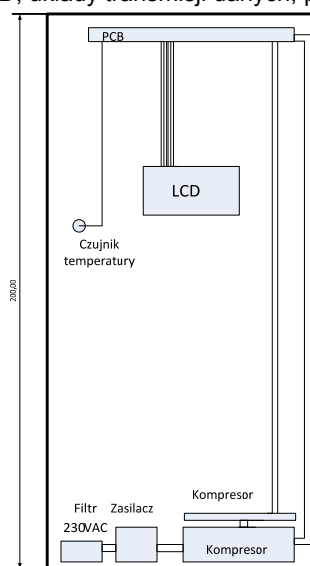
Podstawowe wymagania norm środowiskowych (EN 61000-6-3 oraz EN 61000-6-4) dotyczące pomiaru emisji zaburzeń w zakresie częstotliwości powyżej 30 MHz odwołują się na metody pomiaru emisji zaburzeń promieniowanych na poligonie pomiarowym (OATS), w komorach SAC (3 m lub 10 m) lub w komorze FAR. Preferowany jest pomiar w komorze SAC z odległości 10 m (rys.3). Uzyskiwane wyniki pomiarów tą metodą uwzględniają promieniowanie całego obiektu wraz z wewnętrznym okablowaniem i jego wpływ na znajdujące się w pobliżu systemy radiokomunikacyjne.

Norma PN-EN 55014-1 „dopuszcza” również pomiar emisji zaburzeń promieniowanych, ale decyzję pozostawia producentowi. Jedynie dla urządzeń z układami taktowania o częstotliwości większej niż 30MHz przewiduje wykonanie tego typu testu. Pomiar emisji zaburzeń promieniowanych jest bardziej czasochłonny niż pomiar mocy zaburzeń (obrót obiektu na stole pomiarowym oraz zmiana wysokości anteny odbiorczej). Problemem jest też wybór trybu pracy obiektu w szczególności w przypadku urządzeń wykonujących różne niezbyt długo trwające cykle pracy. Zmusza to często producentów do przygotowywania specjalnych programów pracy EUT do poszczególnych pomiarów. Dostępność tych stanowisk jest mniejsza, a koszty pomiarów dużo większe.

## Wyniki pomiarów emisji zaburzeń w zakresie powyżej 30MHz – porównanie metod

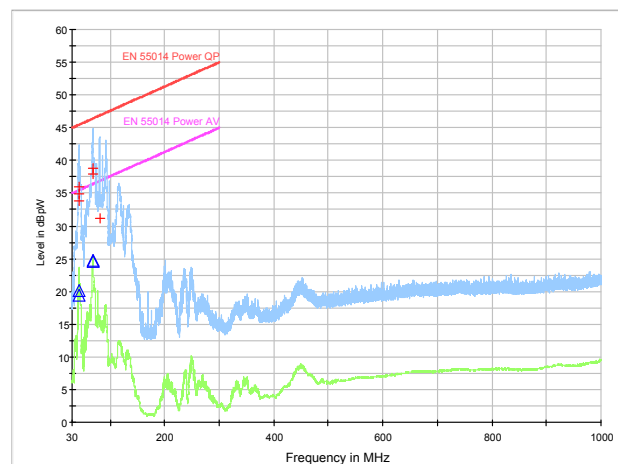
Norma PN-EN 55014-1 dotyczy bardzo dużej grupy urządzeń w tym m.in. elektrycznych przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych, urządzeń sterowania i regulacji zawierających półprzewodniki. Metoda z wykorzystaniem cęgów MDS została przygotowana pod specyficzne, niewielkie urządzenia, gdzie dominującym wymiarem była długość przewodu dołączonego do obiektu, a wewnętrzne podzespoły nie stanowiły samodzielnych źródeł promieniowania. O jej popularności zdecydowały koszty i prostota pomiaru. Z tego powodu, wiele urządzeń, ocenianych jest zgodnie z tą procedurą.

Pośród wyrobów podlegających tej normie, jedną z większych grup urządzeń są produkty AGD. Musimy pamiętać, iż współczesny sprzęt AGD znacząco różni się od urządzeń dla których zaproponowano metodę z wykorzystaniem cęgów MDS. Obecnie produkty te zawierają wiele podzespołów elektronicznych takich jak: zasilacze impulsowe (przetwornice AC/DC, DC/DC, PWM), układy sterujące wykorzystujące procesory, układy falownikowe, wyświetlacze LCD, układy transmisji danych, pamięci itp.



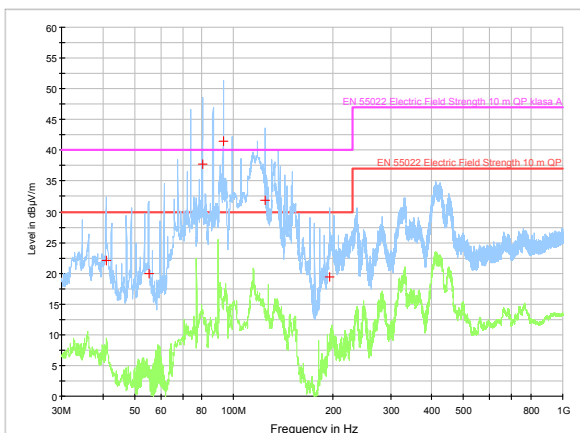
Rys.4. Szcik lodówki z komponentami i sposobem ich połączenia wewnątrz

Wobec wątpliwości związanych z oceną zgodności wyrobów pod kątem spełnienia wymagań, postanowiono sprawdzić i porównać dokładniej wyniki pomiarów za pomocą wyżej opisanych metod pomiarowych.

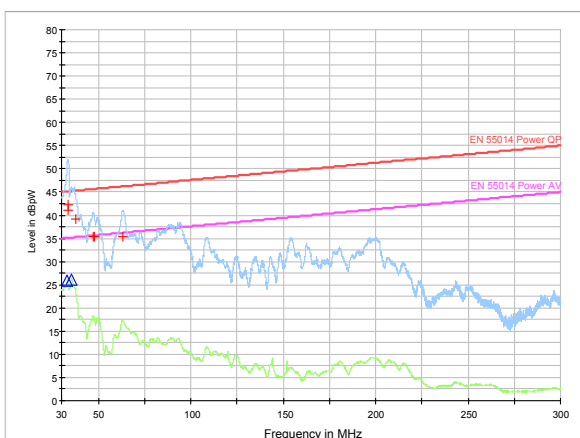


Rys.5. Wyniki pomiaru mocy zaburzeń (MDS)

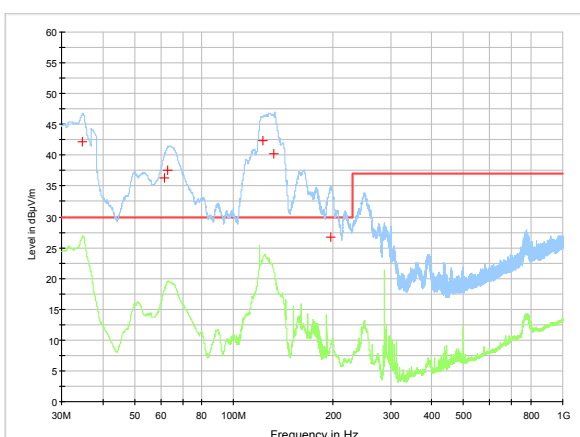
W dalszej części artykułu przedstawiono wyniki pomiarów dwóch różnych wyrobów AGD. Pomiar emisji zaburzeń dla częstotliwości powyżej 30 MHz wykonywano metodą z wykorzystaniem cęgów absorpcyjnych MDS (moc zaburzeń) oraz w komorze SAC (emisja promieniowana) dla obiektów, pracujących w tych samych trybach prac. Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono wyniki pomiarów lodówki, a na rysunkach 7 i 8 wyniki pomiarów zmywarki.



Rys.6. Wyniki pomiaru emisji zaburzeń promieniowanych lodówki w zakresie 30 MHz – 1 GHz



Rys.7. Wyniki pomiaru mocy zaburzeń (MDS) zmywarki w zakresie 30 MHz-300 MHz



Rys.8. Wyniki pomiaru emisji zaburzeń promieniowanych zmywarki w zakresie 30 MHz – 1 GHz

Analizując wyniki pomiarów emisji, metodami teoretycznie równoważnymi, w obu przypadkach otrzymujemy sprzeczne wyniki oceny spełnienia normy PN- EN 55014-1. Pomiar mocy zaburzeń kwalifikują w obu przypadkach urządzenia jako spełniające wymagania, natomiast wyniki emisji promieniowanej dyskwalifikują je.

## Wnioski

Po analizie wyników, głównym wnioskiem jaki się nasuwa, jest stwierdzenie, iż pomiar mocy zaburzeń z wykorzystaniem ławy pomiarowej i cęgów MDS nie nadaje się do pomiaru współczesnych urządzeń. Mimo, iż jest to metoda bardzo często stosowana.

Historycznie metoda ta została opracowana dla urządzeń o niewielkich rozmiarach, w których źródłami emisji są pojedyncze elementy elektroniczne i elektryczne znajdujące się blisko siebie oraz blisko zewnętrznych przyłączy na których dokonuje się pomiarów. Obecnie oprócz pojedynczych urządzeń takich jak np. wiertarki, proste suszarki do włosów, praktycznie nie produkuje się już sprzętu powszechnego użytku o którym można powiedzieć, że po pomiarze emisji zaburzeń z wykorzystaniem ławy i cęgów MDS spełni on wymagania emisji zaburzeń promieniowanych.

Jak powinien postępować producent mający świadomość, że jego urządzenie raz spełnia, a raz nie spełnia wymagania? Spełnienie wymagań normy zharmonizowanej nie daje 100% potwierdzenia spełnienia wymagań Dyrektywy EMC. W przypadku normy PN-EN 55014-1 i pomiarów emisji powyżej 30MHz ten fakt jest niestety częstym przypadkiem.

Drugi z wniosków dotyczy konkurencyjności. Dlaczego jedni producenci muszą spełniać wymagania emisji zaburzeń promieniowanych, a producentów innych urządzeń traktuje się inaczej, w tym wypadku źle? Czy zaprezentowane obiekty, zmywarka lub lodówka, nie będą zakłócać urządzeń radiokomunikacyjnych w inny sposób niż prosty sterownik?

Przedstawiony w artykule problem był już poruszany na forum międzynarodowym – TC210/Sec0845/INF December 2014: Procedure pursuant to Article 6(3) of Directive 2004/108/EC (EMC Directive). Mimo to, nowa edycja normy EN 55014-1, która pojawi się w najbliższym czasie, dalej „dopuszcza” do pomiarów emisji pomiar mocy zaburzeń.

## LITERATURA

- [1] Dyrektywa 2004/108/WE
- [2] PN-EN 55014-1: 2012 (EN 55014-1: 2006 + A1: 2009 + A2: 2011): Kompatybilność elektromagnetyczna -- Wymagania dotyczące przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń -- Część 1: Emisja.
- [3] TC210/Sec0845/INF December 2014: Procedure pursuant to Article 6(3) of Directive 2004/108/EC (EMC Directive).

**Autorzy:** mgr inż. Artur Florek, Politechnika Wroclawska, Wydział Elektroniki, Katedra Telekomunikacji i Teleinformatyki, ul. Janiszewskiego 9, Wrocław, 50-370 Wrocław, E-mail: [artur.florek@pwr.edu.pl](mailto:artur.florek@pwr.edu.pl);

mgr inż. Tomasz Utkowski, Wydział Elektroniki, Katedra Telekomunikacji i Teleinformatyki, ul. Janiszewskiego 9, Wrocław, 50-370 Wrocław, E-mail: [tomasz.utkowski@pwr.edu.pl](mailto:tomasz.utkowski@pwr.edu.pl).