

## Wpływ pochylenia anteny na pomiary emisji w komorach bezodbiciowych w zakresie do 1 GHz

**Streszczenie.** W artykule pokazano jaki wpływ na wyniki pomiarów emisji zaburzeń radioelektrycznych pochodzących od źródła modelowego ma kąt nachylenia anteny odbiorczej w stosunku do płaszczyzny ziemi.

**Abstract.** In the article the influence of antenna tilt on the results of emission measurements up to 1 GHz will be shown. (Impact of antenna tilt on measurements in the anechoic chambers up to 1GHz).

**Słowa kluczowe:** pomiary emisji, pochylenie anteny, zaburzenia radioelektryczne, EN55022.

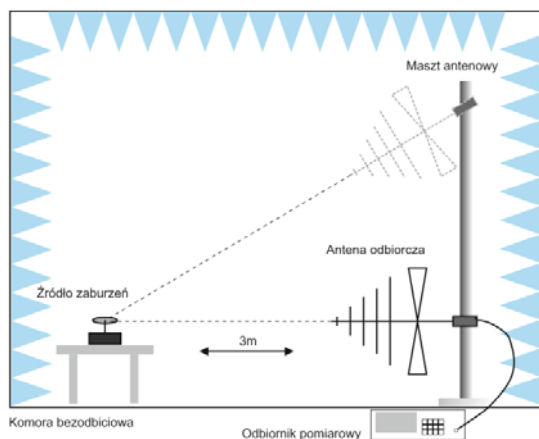
**Keywords:** emission measurement, antenna tilt, electromagnetic disturbances, EN55022.

### Wstęp

Warunki wykonywania pomiarów emisji zaburzeń radioelektrycznych określa norma EN55022 [1]. Definiuje ona szczegółowo wymagania w zakresie ustroju pomiarowego oraz metodyki prowadzenia badań, jednak w przypadku anten nie określa istotnego parametru jakim jest kąt nachylenia anteny w stosunku do płaszczyzny ziemi (ang. *tilt*). W efekcie zdecydowana większość laboratoriów wykonuje pomiary emisji zaburzeń ze stałym kątem nachylenia anteny wynoszącym  $0^\circ$  – antena jest usytuowana równolegle do płaszczyzny ziemi niezależnie od wysokości na jakiej się znajduje. A ponieważ kąt nachylenia anteny w stosunku do źródła ma wpływ na jej charakterystykę może to prowadzić do pominięcia podczas badań takich konfiguracji układu antena-obiekt, przy których wskazanie natężenia pola jest największe. W artykule pokazano jak zmiana kąta nachylenia anteny wpływa na poziom sygnałów rejestrowanych w typowym układzie do pomiarów emisji zaburzeń radioelektrycznych.

### Układ pomiarowy

Pomiary wykonywano w układzie pokazanym na rysunku 1, przy wykorzystaniu aparatury wyszczególnionej w tabeli 1.



Rys.1. Układ pomiarowy z masztem umożliwiającym pochylenie anteny

Do regulacji kąta pochylenia anteny wykorzystano sterownik masztu antenowego NCD firmy Maturo z aktywną opcją „tilt” – rysunek 2.

We wszystkich pomiarach jako stabilne źródło emisji wykorzystano referencyjne źródło szumu CNE-III firmy York EMC Services.

Pomiary wykonywano przy nastawach pokazanych w tabeli 2.

Tabela 1. Aparatura użyta do badań

Nazwa	Producent	Typ/model
Komora bezodbiciowa	MVG-EMC	SAC-3
Odbiornik pomiarowy	R&S	ESU26
Antena 30-1000 MHz	Schwarzbeck	VULB 9168
Masz	Maturo	TAM 4.0E
Sterownik masztu	Maturo	NCD



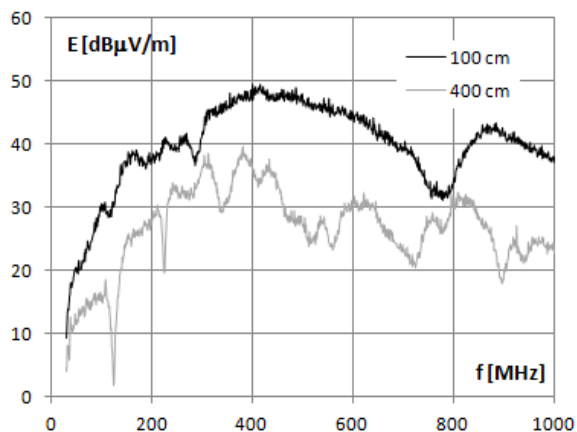
Rys.2. Sterownik masztu Maturo NCD z aktywną funkcją „tilt”

Tabela 2. Nastawy aparatury pomiarowej.

Rodzaj detektora	PEAK
Częstotliwość początkowa	30 MHz
Częstotliwość końcowa	1000 MHz
Krok częstotliwości	1 MHz
RBW	120 kHz
Czas przebywania	50 ms

### Pomiary bez pochylenia anteny

W pierwszym etapie prac wykonane zostały pomiary w typowej konfiguracji bez pochylenia anteny. Ich wyniki pokazano na rysunku 3. Dla zachowania czytelności wykresów pokazano przebiegi dla skrajnych położań anteny: 1 i 4 metry. Jak należało oczekiwać poziom rejestrowanych zaburzeń maleje wraz ze wzrostem odległości anteny od podłogi. Głównym powodem występowania takiej tendencji jest fakt, iż wraz z podnoszeniem anteny zwiększa się jej odległość od źródła zaburzeń, aż do ponad 4 metrów, tak jak pokazano to w tabeli 3. W efekcie zdecydowana większość poziomów maksymalnych natężenia pola w obrębie danej częstotliwości była rejestrowana dla odległości anteny od podłoża wynoszącej 100 cm.



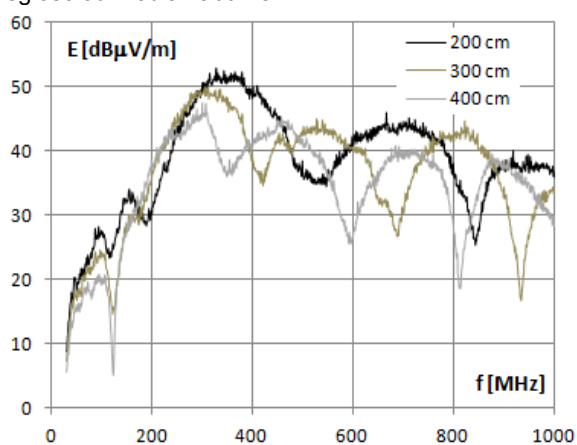
Rys.3. Natężenie pola EM w funkcji częstotliwości dla wysokości anteny 100 i 400 cm bez pochylania (polaryzacja pionowa)

Tabela 3. Odległość środka elektrycznego anteny od źródła zaburzeń dla wysokości 1 – 4 m bez pochylania.

Wysokość anteny [m]	Odległość środka elektrycznego anteny od źródła [m]
1	3
2	3,16
3	3,61
4	4,24

#### Pomiary z pochylaniem anteny

W przypadku pomiarów z pochylaniem anteny trend obniżania poziomu natężenia pola wraz ze wzrostem odległości anteny od podłoża nie jest już tak jednoznaczny. Jak pokazano na rysunku 4, przy określonych częstotliwościach, wartości natężenia pola rejestrowane dla wysokości 3 i 4 metrów przewyższają w sposób zdecydowany wartości występujące dla wysokości 2 m (jak również dla nie pokazanej na rysunku wysokości 1 m). Jest to spowodowane zmianą charakterystyki anteny wynikającą ze zmian jej polaryzacji w stosunku do źródła zaburzeń oraz tym, że przy stosowaniu pochylania odległość anteny od źródła nie zmienia się wraz ze wzrostem odległości od podłoża w tak dużym stopniu jak przy pomiarach bez pochylania. W tabeli 4 pokazano jak zmiana odległości anteny od podłoża wpływa na kąt nachylenia anteny oraz jej odległość od źródła zaburzeń.



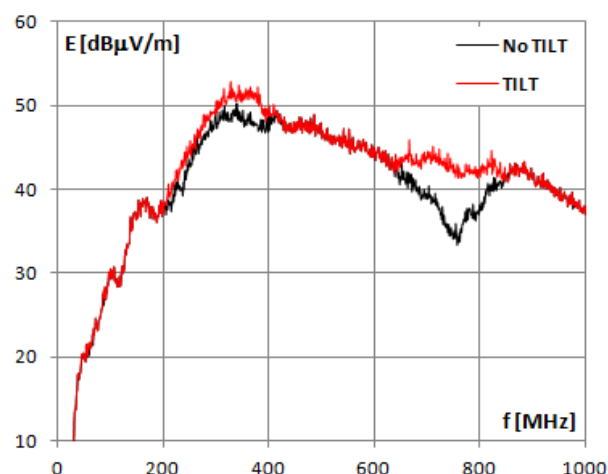
Rys.4. Natężenie pola EM w funkcji częstotliwości dla wysokości anteny 200, 300 i 400 cm z pochylaniem (polaryzacja pionowa)

Tabela 4. Odległość środka elektrycznego anteny od źródła zaburzeń dla wysokości 1 – 4 m z pochylaniem.

Wysokość anteny [m]	Kąt pochylania [°]	Odległość środka elektrycznego anteny od źródła [m]
1	0	3
2	13	3,12
3	25	3,44
4	35	3,95

#### Podsumowanie

Na rysunku 5 pokazano przebiegi wynikowe uzyskane przez wybór największego natężenia pola spośród wszystkich analizowanych odległości anteny od podłoża dla każdej częstotliwości.



Rys.5. Wynikowe natężenie pola EM w funkcji częstotliwości bez i z pochylaniem anteny (polaryzacja pionowa)

Jak widać na powyższym rysunku zastosowanie pochylania anteny pozwoliło zarejestrować zaburzenia nie wykryte podczas pomiarów bez pochylania. Szczególnie istotne różnice widać w przedziale 700-800 MHz: największa rozbieżność pomiędzy pokazanymi przebiegami wynosi tam 9,7 dBμV/m i została zarejestrowana przy częstotliwości 757 MHz. Drugi przedział, w którym różnice są wyraźnie widoczne to 350-400 MHz: największa zaobserwowana tam rozbieżność to 4,5 dBμV/m dla 379 MHz. Jednocześnie nie zaobserwowano częstotliwości, przy której wynik pomiaru wykonanego bez pochylania anteny przekraczałby wartość uzyskaną w czasie pomiarów z pochylaniem anteny.

#### LITERATURA

- [1] EN 55022:2010, *Information technology equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement.*

#### Autorzy:

dr inż. Adam Maćkowiak, e-mail: adam.mackowiak@ilim.poznan.pl;  
 dr inż. K. Sieczkarek, e-mail: krzysztof.sieczkarek@ilim.poznan.pl;  
 mgr Agnieszka Świątek, agnieszka.swiatek@ilim.poznan.pl;  
 Instytut Logistyki i Magazynowania, ul. Estkowskiego 6, 61-755 Poznań.