

*XV Seminarium*  
**ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICIE' 2005**  
Oddział Gdański PTETiS

**POMIARY NATĘŻENIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO  
MAŁYCH CZĘSTOTLIWOŚCI  
W OBIEKTACH PRZEMYSŁOWYCH**

**Stanisław GALLA<sup>1</sup>, Beata PAŁCZYŃSKA<sup>2</sup>, Ludwik SPIRALSKI<sup>1,2</sup>**

1. Katedra Metrologii i Systemów Elektronicznych, Politechnika Gdańska,  
Narutowicza 11/12, 80-952Gdańsk  
tel: (58) 347 15 04      fax: (58) 341 61 32      e-mail: kapsz@pg.gda.pl
2. Katedra Telekomunikacji Morskiej, Akademia Morska, ul. Morska 83, 81-225 Gdynia  
tel: (58) 690 15 52      fax: (58) 690 13 53      e-mail: palbeata@am.gdynia.pl

Przedstawiono wybrane wyniki pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego w obiekcie przemysłowym, w którym znajdują się urządzenia produkcyjne bardzo dużej mocy. Oszacowano poziom natężenia pola składowych elektrycznej i magnetycznej w wybranych punktach pomiarowych w pobliżu pieców hartowniczych a także bezpośrednio przy nich. W badanym środowisku w zakresie małych częstotliwości występuje pole elektryczne o pomijalnie małej intensywności. Natomiast zaobserwowano dużą dynamikę zmian poziomu natężenia pola magnetycznego zarówno w zależności od miejsca jak i czasu wykonywania pomiarów. Zmiany te występowały w obszarach występowania pola magnetycznego o bardzo dużej intensywności (w pobliżu pieców hartowniczych). Na drodze pomiarów zlokalizowano źródła silnego pola magnetycznego w zakresie małych częstotliwości o widmie, którego przebieg jest typu 1/f. Na podstawie analizy wyników pomiarowych sformułowano wnioski, dotyczące sposobów redukcji poziomu natężenia pola magnetycznego.

## **1. WPROWADZENIE**

W obiektach przemysłowych występuje wysoka koncentracja licznych urządzeń elektronicznych i elektrycznych bardzo dużej mocy generujących, przesyłających i przetwarzających energię i sygnały elektryczne. Praca tych urządzeń zwłaszcza w stanach nieustalonych jest przyczyną występowania gwałtownych zmian pola elektromagnetycznego, które wpływają na urządzenia techniczne, powodując często ich nieprawidłowe działanie a także niekorzystne oddziaływania na ludzi znajdujących się w ich otoczeniu [1].

Wymagania w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej stawiane urządzeniom, stosowanym w przemyśle sprowadzają się głównie do badań odporności i emisyjności tych urządzeń na pola średniej i wielkiej częstotliwości. W środowisku przemysłowym, gdzie pracują np. urządzenia produkcyjne bardzo dużej mocy występują zwykle silne pola ma-

gnetyczne w zakresie małych częstotliwości, o widmie typu 1/f. W tych przypadkach, zdaniem autorów, poziom natężenia pola elektromagnetycznego powinien być monitorowany, zarówno jego składowa elektryczna jak i magnetyczna oraz zastosowane odnośnie techniki przeciwdziałania występowaniu nadmiernych natężeń tych pól.

## 2. ZAKRES PRZEPROWADZONYCH POMIARÓW

Badania eksperymentalne przeprowadzono w pomieszczeniach laboratoryjnych budynku produkcyjnego, w którym pracowały elektryczne piece hartownicze. W pobliżu tych pieców znajdowały się złożone instalacje elektryczne dużej mocy zasilające urządzenia.

Pomiary natężenia pola elektromagnetycznego wykonano za pomocą miernika ESM 100 firmy Maschek [2]. Wyposażony jest on w izotropowy czujnik pola elektromagnetycznego, co umożliwia wykonanie pomiarów zarówno składowej pola elektrycznego jak i składowej magnetycznej w paśmie częstotliwości od 5 Hz do 400 kHz w trzech kierunkach przestrzennych  $E_x$ ,  $E_y$ ,  $E_z$ ,  $H_x$ ,  $H_y$ ,  $H_z$  oraz łącznie E, H:

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \quad (1)$$

$$H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2} \quad (2)$$

Urządzenie posiada cztery następujące podzakresy pomiarowe: od 5 Hz do 400 kHz (pasmo 3 dB), przy częstotliwości 50 Hz (dla 12 dB filtru pasmowo-przepustowego), w paśmie od 5 Hz do 2 kHz (pasmo 3 dB) i od 2 kHz do 400 kHz (pasmo 3 dB). W każdym z podzakresów pomiarowych miernik umożliwia pomiary natężenia pola w zakresie: od  $0,796 \cdot 10^{-3}$  A/m do  $16 \cdot 10^{-3}$  A/m dla pola magnetycznego oraz od 0,1 V/m do 100 kV/m dla pola elektrycznego.

Pomiary wykonywano na wysokości  $1,1 \pm 0,1$  m od powierzchni podłogi w wybranych punktach pomiarowych. Rejestrowano również wartości natężenia pola magnetycznego i elektrycznego w kilkuminutowych okresach czasu.

## 3. WYNIKI POMIARÓW

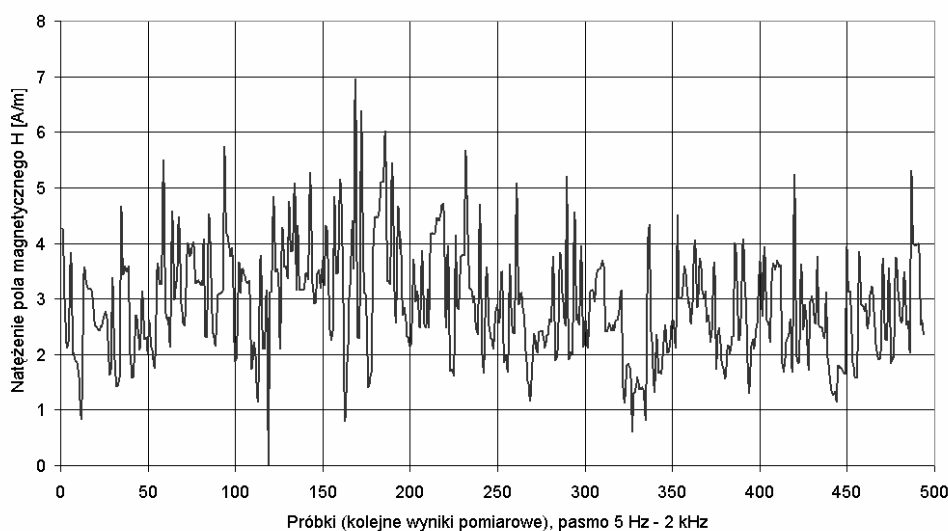
W badanym środowisku w zakresie pomiarowym od 5 Hz do 400 kHz występuje pole elektryczne o pomijalnie małej intensywności. Najwyższą wartość natężenia pola elektrycznego rzędu kilkunastu V/m zarejestrowano w najbliższym sąsiedztwie pieców hartowniczych (tab. 1). Dla porównania podobne wartości przyjmuje składowa elektryczna pola elektromagnetycznego w otoczeniu działającego sprzętu powszechnego użytku (np. suszarki, telefonu, pralki).

Podczas pomiarów zaobserwowano dużą dynamikę zmian poziomu natężenia pola magnetycznego zarówno w zależności od miejsca jak i czasu wykonywania pomiarów. Zmiany te występowały zwłaszcza w obszarach występowania pola magnetycznego o bardzo dużej intensywności (w pobliżu pieców hartowniczych) (rys. 1).



Tablica 1. Przykładowe wyniki pomiarów natężenia pola magnetycznego i elektrycznego dla czterech podzakresów pomiarowych miernika w pobliżu pieców hartowniczych

Zakresy pomiarowe miernika							
50Hz		5 Hz – 400 kHz		5 Hz – 2 kHz		2 kHz – 400 kHz	
H [A/m]	E [V/m]	H [A/m]	E [V/m]	H [A/m]	E [V/m]	H [A/m]	E [V/m]
0,46	13,5	4,99	15,6	6,27	12,1	0,09	0,1

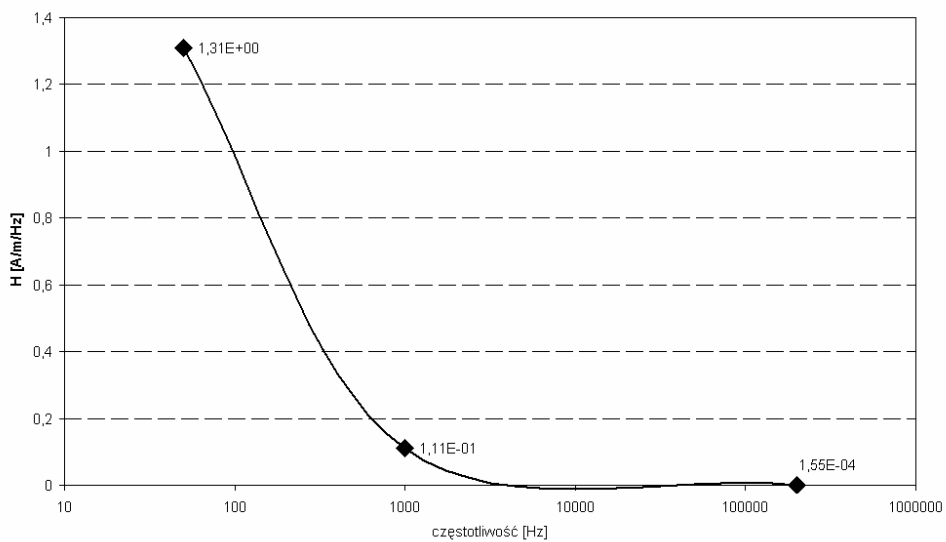


Rys. 1. Zmiany natężenia pola magnetycznego w czasie w pobliżu pieców hartowniczych, dla przykładowych pomiarów rejestrowanych co 0.5 [s] i liczności rejestracji 493 wyników pomiarowych

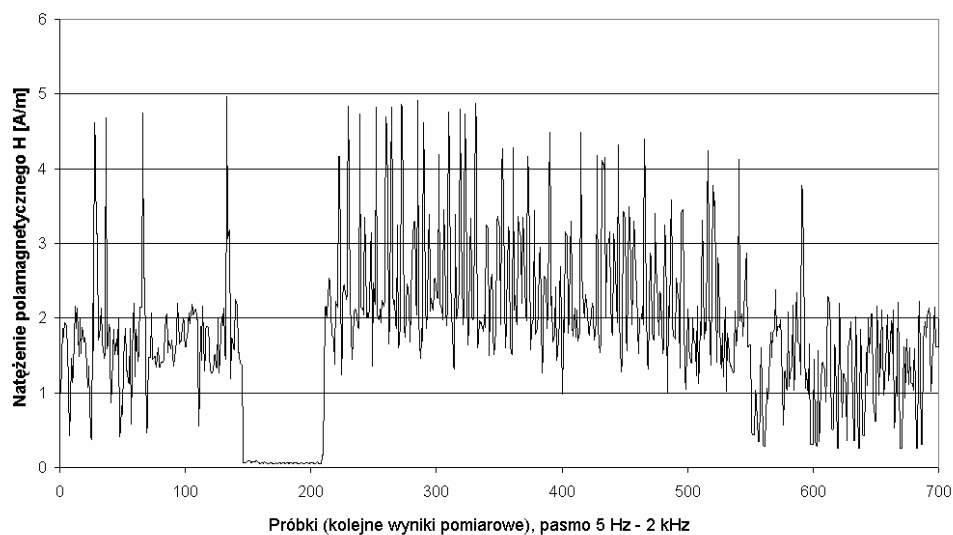
Pomiary wykazały, że natężenie pola magnetycznego przyjmuje bardzo duże wartości i zmienia się w czasie, przy czym poziom jego widma wzrasta wraz z maleniem częstotliwości (rys. 2). Widmo pola magnetycznego rozciąga się głównie w zakresie małych częstotliwości, poniżej 2 kHz (tab. 1).

Z przeprowadzonych badań wynika, że źródłami nadmiernego natężenia pola elektromagnetycznego występującego w badanych pomieszczeniach są stany przejściowe (udary – impulsowe przepięcia i prądy), w obwodach elektrycznych pieców hartowniczych (rys. 3). Na rys. 4 podano zarejestrowane wartości natężenia pola magnetycznego bezpośrednio przy piecach hartowniczych w pełnym zakresie pomiarowym miernika.

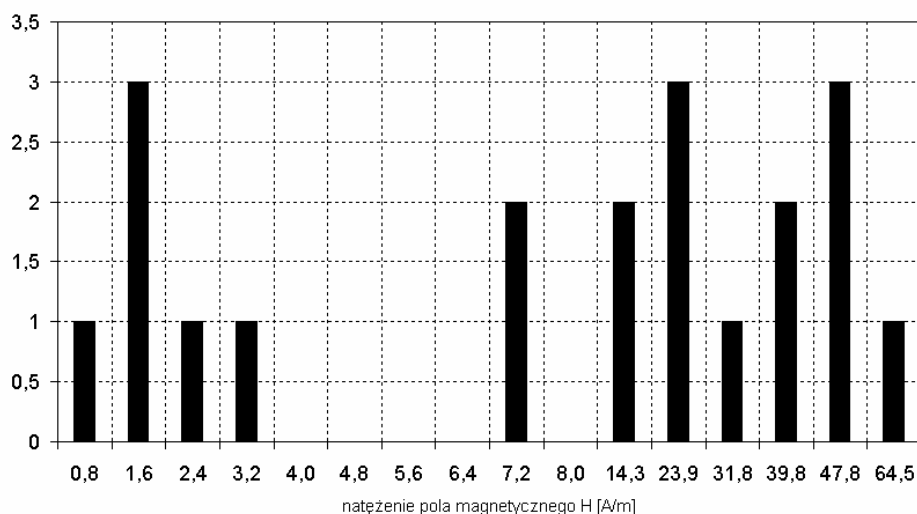




Rys. 2. Widmo pola magnetycznego - oszacowanie na podstawie zarejestrowanych maksymalnych wartości natężeń pól magnetycznych w pobliżu pieców hartowniczych



Rys. 3. Zmiany natężenia pola magnetycznego w czasie w pobliżu pieców hartowniczych z zarejestrowaną krótkoczasową przerwą w ich pracy, dla pomiarów rejestrowanych co 0.5 [s] i liczności rejestracji 700 próbek wyników pomiarowych



Rys. 4. Histogram natężenia pola magnetycznego bezpośrednio przy piecach hartowniczych

#### 4. PODSUMOWANIE

Na podstawie przytoczonych wyników pomiarów można stwierdzić, że pierwotnymi źródłami nadmiernych pól magnetycznych małej częstotliwości są stany przejściowe występujące w obwodach elektrycznych zasilających urządzenia produkcyjne bardzo dużej mocy (piece hartownicze). Natomiast promieniowanie od tych źródeł następuje bezpośrednio z tych urządzeń jak i pośrednio przez ich instalacje zasilające (przewody).

Analiza uzyskanych wyników pomiarowych pozwala sformułować wnioski, dotyczące sposobu redukcji poziomu natężenia pola magnetycznego w wybranych miejscach. Najskuteczniej poziom pola magnetycznego można zmniejszyć na drodze ograniczenia możliwości emisji niepożądanych przebiegów napięciowych i prądowych (zaburzeń) w obwodach elektrycznych pieców hartowniczych. Ta droga postępowania wymaga analizy długości dróg (przewodów, kabli itp. – linii sygnałowych, zasilających mas, uziemień), które w określonych przypadkach zachowują się jak „anteny nadawcze”. Taka sytuacja zachodzi, gdy iloraz długości fali odpowiadającej częstotliwości zawartej w przewodzonej zaburzeniu i długości przewodu jest mniejszy od kilkudziesięciu (zwykle przyjmuje się jest mniejszy od 20). Te występujące niepożądane zjawiska można ograniczyć przez zastosowanie odpowiednich filtrów i modyfikację systemów okablowania, tam gdzie występują stany przejściowe w obwodach elektrycznych pieców hartowniczych.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

1. Pałczyńska B., Spiralski L., Galla S.: The experimental method of reducing magnetic field intensity in industrial buildings, 10<sup>th</sup> TC-10 IMEKO Conference on Technical Diagnostics, June 2005, Budapest, s.77-80, ISBN 963 86586 4.
2. 3D H/E fieldmeter ESM-100, Maschek Technical Publication, Maschek Elektronik Germany, 2001.

## **MEASUREMENTS OF LOW FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD INTENSITY IN INDUSTRIAL OBJECTS**

It present the exemplary results of measurements of intensity of electromagnetic fields in industrial object, in which high power production facilities are located. In chosen measurement points, near by and in the nearest vicinity electric hardening furnaces, the intensity of electric and magnetic components of electromagnetic field were assessed. However, in the researched environment, in the range of low frequencies, the level of existing electric field can be omitted. During the measurements, great dynamics of the changes in magnetic intensity was observed. It depended both on the place and the time of the measurements. These changes occurred especially in the areas, where the magnetic field of very high intensity (in the near vicinity of the hardening furnaces) appeared. Due to the measurements, sources of the strong magnetic field within low frequencies have been located. On the basis of the analysis of the measurement results some conclusions have been formulated. They concern the ways of reducing the level of magnetic intensity in some selected places.