

Marek Zmyślony<sup>1</sup>Piotr Politański<sup>1</sup>Paweł Mamrot<sup>1</sup>Alicja Bortkiewicz<sup>2</sup>

## OCENA WIELKOŚCI PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH EMITOWANYCH PRZEZ STACJE BAZOWE TELEFONII KOMÓRKOWEJ W MIESZKANIACH ZNAJDUJĄCYCH SIĘ W SĄSIEDZTWIE TYCH STACJI – BADANIA WSTĘPNE

ASSESSMENT OF ELECTROMAGNETIC FIELDS INTENSITY EMITTED BY CELLULAR PHONE BASE STATIONS IN SURROUNDING FLATS – A PRELIMINARY STUDY

<sup>1</sup> Zakład Zagrożeń Fizycznych

<sup>2</sup> Zakład Fizjologii Pracy i Ergonomii

Instytut Medycyny Pracy im. prof. dra med. J. Nofera w Łodzi

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Gwałtowny rozwój telefonii komórkowej powoduje wzrost zaniepokojenia możliwymi negatywnymi skutkami zdrowotnymi ekspozycji na pola elektromagnetyczne (PEM) emitowane przez jej systemy, w tym szczególnie przez stacje bazowe. Badania wpływu PEM stacji bazowych na zdrowie mieszkańców terenów je otaczających wymaga w pierwszej kolejności rzetelnego oszacowania wielkości ekspozycji. Do chwili obecnej na ten temat nie ma zbyt wielu doniesień. W pracy przedstawiono wyniki wstępnych pomiarów wielkości PEM, działających na mieszkańców domów znajdujących się w otoczeniu wybranych stacji bazowych telefonii komórkowej na terenie Łodzi. **Materiał i metody.** Pomiary natężenia pola elektrycznego E dla celów oceny ekspozycji wykonywano w oparciu o standardowe procedury obowiązujące w Polsce. Ze względu na pilotażowy charakter badania, pomiary przeprowadzono w budynkach, w których spodziewano się maksymalnych poziomów pola. **Wyniki.** W wyniku pomiarów stwierdzono, że w budynkach mieszkalnych znajdujących się w promieniu do 500 m od stacji bazowych telefonii komórkowej nie występują PEM o wartościach przekraczających wartości dopuszczalne przez polskie przepisy dotyczące ochrony ludzi i środowiska. Stwierdzono również, że PEM o wartościach E przekraczających 0,8 V/m występuje w kilku procentach (mniej niż 10%) mieszkań znajdujących się w pobliżu stacji bazowych. **Wnioski.** Na podstawie analizy uzyskanych wyników pomiarów stwierdzono, że nie występuje korelacja pomiędzy natężeniem pola elektrycznego i odległością badanego mieszkania od stacji bazowej. Wynika z tego, że odległość od stacji nie może służyć jako wskaźnik ekspozycji – do tego celu niezbędny jest pomiar pola. Med. Pr., 2006;57(5):415–418

Słowa kluczowe: mikrofały, ekspozycja populacji generalnej, pole elektryczne

### ABSTRACT

**Background:** A rapid development of mobile telecommunications (MT) has resulted in an increased concern about possible detrimental health effects of electromagnetic fields (EMFs) emitted by MT systems, and by MT base stations in particular. Research into EMFs effects on the health of inhabitants living in their vicinity requires first of all a solid assessment of the exposure level. Up to now, the reports in this field have been rather scant. This article presents the results of preliminary measurements of EMFs fields in selected flats around selected base stations in the city of Łódź. **Material and Methods:** Measurements of electric field strength, E, to assess EMF exposure were based on the standard procedures currently in force in Poland. As the study is regarded as a preliminary one, the measurements were conducted in buildings with the expected largest radiation. **Results:** The measurements show that in the flats located up to 500 m from the base station, EMFs are within the limits specified by relevant Polish regulations on the general public and environmental protection. It was also observed that in a few (less than 10%) flats the field with E exceeded 0.8 V/m. **Conclusions:** The results show that there are no correlations between electric field strength and distance between the flat and the base station. Therefore, the distance from the base station cannot be used to represent the exposure rate; to determine the latter, EMF measurements are necessary. Med Pr 2006;57(5):415–8

Key words: microwaves, general public exposure, electric field

Nadesłano: 17.07.2006

Zatwierdzono: 17.08.2006

Adres autorów: św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: zmyslmar@imp.lodz.pl

## WSTĘP

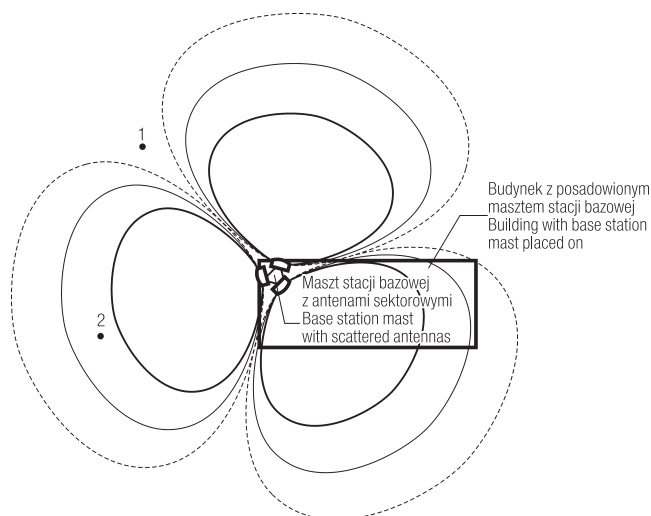
Gwałtowny rozwój telefonii komórkowej powoduje wzrost zaniepokojenia możliwymi negatywnymi skutkami zdrowotnymi ekspozycji na pola elektromagne-

tyczne (PEM) emitowane przez jej systemy. O ile specjalistów bioelektromagnetyki niepokoi przede wszystkim możliwość negatywnego działania telefonów (termina-

li) doręcznych o tyle w społecznym odbiorze znacznie groźniejsze wydają się stacje bazowe. Z danych uzyskanych od operatorów telefonii komórkowej w Polsce wynika, że budowa prawie połowy stacji bazowych spotkała się z protestami mieszkańców okolicznych domów. Jako główna przyczyna protestów podawana jest obawa o zdrowie. Obawy te można by uznać za uzasadnione jedynie w przypadku gdyby badania potwierdziły, że poziomy ekspozycji, którym są oni poddani, mogą powodować negatywne efekty zdrowotne. Wynika z tego, że jednym z pierwszych zadań, jakie stoją przed specjalistami w dziedzinie ochrony przed PEM, jest rzetelne oszacowanie wielkości tej ekspozycji – i to w warunkach rzeczywistych, a następnie zaznajomienie z wynikami pomiarów zainteresowanych. Pozwoli to im na samodzielne porównania danych o swojej ekspozycji (czy ekspozycji osób podobnie ekspozycyjnych) z danymi na temat wyników badań doświadczalnych, dotyczących działania biologicznego, a zwłaszcza efektów zdrowotnych i wyrobienie własnej opinii, a nie przyjmowanie poglądów głoszonych przez osoby trzecie.

Źródłami PEM stacji bazowych są głównie sektorowe anteny rozsiewcze lokowane na dachach budynków. Rozkład gęstości mocy wokół anten stacji bazowych zależy przede wszystkim od odległości od anten. Zgodnie z danymi literaturowymi maksymalnych wartości PEM należy spodziewać się do odległości około 100 m od anteny. Dla odległości większych od 500 m wartości PEM są małe (1,2). Anteny stacji bazowych zainstalowane są z reguły na wysokości około 20–40 m nad poziomem terenu i w warunkach miejskich ekspozycja ludności może być większa niż powodowana przez stacje stojące poza miastami ze względu na wysoką zabudowę mieszkalną. Innymi czynnikami, mającymi znaczący wpływ na wielkość PEM działającego na ludzi są kierunek promieniowania i kąt nachylenia anten. Typowy rozkład PEM wokół stacji bazowej ma charakter nieregularny, w związku z tym ekspozycja ludzi przebywających w tej samej odległości od niej może być zupełnie różna (ryc. 1). Innym czynnikiem powodującym, że ekspozycja ludzi znajdujących się w tych samych odległościach może być różna jest fakt, że PEM emitowane przez anteny nadawcze stacji bazowych pochłaniane jest przez materiały budowlane (3). Wszystko to powoduje, że ocena ekspozycji nie może być dokonywana jedynie na podstawie analizy odległości zamieszkania osoby ekspozycyjnej od stacji bazowej – w tym celu konieczny jest pomiar rzeczywistej wartości PEM.

Poza przesłankami uzasadniającymi konieczność prowadzenia pomiarów PEM w celu analizy związku stanu



**Ryc. 1.** Przykładowy rozkład PEM w otoczeniu anten rozsiewczych stacji bazowych telefonii komórkowej zainstalowanych na dachu budynku. W punktach 1 i 2 znajdujących się w tej samej odległości od stacji spodziewać się należy różnych wartości PEM.

**Fig. 1.** Demonstration pattern of EMF emitted by scattered antennas of mobile telecommunication base station installed on building's roof. At points 1 and 2, being at the same distance from the station, EMF intensity is evidently different.

zdrowia z wielkością ekspozycji na PEM emitowanych przez stacje bazowe telefonii komórkowej, należy przypomnieć, że w mieszkaniach występują również PEM niezwiązane ze stacjami bazowymi, szczególnie o częstotliwości sieciowej (50 Hz) o wartości i rozkładzie zależnym od liczby urządzeń elektrycznych oraz wielkiej częstotliwości użytkowanych w gospodarstwie domowym, emitowane przez stacje nadawcze radiowe i telewizyjne (poziom jednakowy na całym badanym terenie) i urządzenia gospodarstwa domowego (komputery osobiste, kuchenki mikrofalowe, telefony bezprzewodowe). Oprócz tego osoby badane mogą być ekspozycje na PEM również w miejscu pracy. Do chwili obecnej nie ma zbyt wielu doniesień na temat pomiarów ekspozycji mieszkańców.

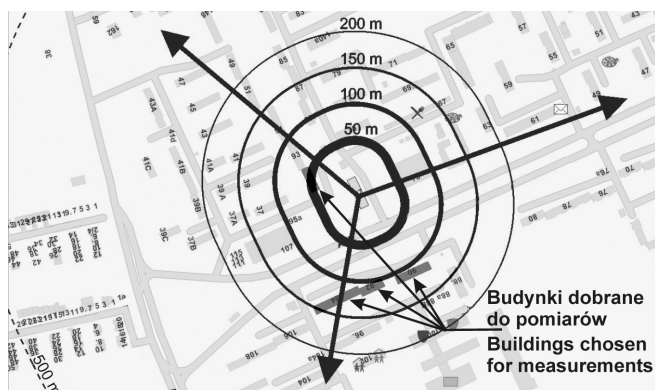
W pracy przedstawiono wyniki wstępnych pomiarów wielkości PEM działających na mieszkańców domów znajdujących się w otoczeniu wybranych stacji bazowych telefonii komórkowej na terenie Łodzi.

## MATERIAŁ I METODY

### Teren badania

Badania zostały przeprowadzone w pięciu rejonach Łodzi na osiedlach mieszkaniowych. Budynki, w których zostały przeprowadzone pomiary wybrano na podstawie analizy:

- danych nadajników i anten rozsiewczych stacji bazowych,



**Ryc. 2.** Lokalizacja budynków, w których przeprowadzono pomiary PEM emitowanego przez anteny znajdujące się w pobliżu jednej z badanych stacji bazowych telefonii komórkowej. Na rycinie zaznaczono również azymuty tych anten oraz okręgi o promieniach do 500 m od stacji.

**Fig. 2.** Location of the buildings in which the measurements of EMF emitted by scattered antennas of one of the studied mobile telecommunication base stations. The figure shows azimuths of antennas and a circles with a radius up to 500 m.

- mocy wyjściowej nadajników (wahały się od 8 W do 25 W),
- zysków energetycznych anten (od 14 dBm do 18 dBm),
- wysokości zainstalowania anten (od 27 m do 40 m nad poziomem terenu),
- kierunków promieniowania (azymutów) anten,
- kątów nachylenia anten (od 0° do 6°)
- odległości i wysokości budynków (w otoczeniu stacji przeważała zabudowa 4–11 kondygnacyjna).

Ze względu na pilotażowy charakter badania, pomiary przeprowadzono w najwyższych domach znajdujących się najbliżej azymutu anten emitujących najsilniejsze PEM, tak by uzyskać maksymalne warunki napromieniowywania. Na rycinie 2 przedstawiono przykładowe lokalizacje budynków mieszkalnych, w których przeprowadzono pomiary z zaznaczeniem lokalizacji anten nadawczych i ich azymutów.

### Pomiary PEM

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska, z dnia 30 października 2003 r., w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów utrzymania tych poziomów (4), ocena ekspozycji na PEM o częstotliwościach odpowiadających częstotliwościom pracy urządzeń nadawczych telefonii komórkowej ogranicza się do oceny ekspozycji na pole elektryczne. Dlatego też nasze badania ograniczyliśmy do pomiarów natężenia pola elektrycznego w mieszkaniu osoby badanej. Wynik pomiaru został przyporządkowany badanej osobie na podstawie adresu zamieszkania.

**Tabela 1.** Parametry zestawu (MEH-25) zastosowanego do pomiarów

**Table 2.** Parameters of measuring set (MEH-25)

Sonda Probe	Zakres częstotliwości Frequency range	Zakres pomiarowy Measuring range	Niedokładność pomiaru pola Inaccuracy of field measurements
AS-1	300 MHz–3 GHz	0,001–0,03 W/m <sup>2</sup>	±3 dB*, ±5 dB**
		0,03–100 W/m <sup>2</sup>	±10%*, ±3 dB**
		0,8–3,2 V/m 3,2–190 V/m	±3 dB*, ±5 dB** ±10%*, ±3 dB**

\* Niedokładność pomiaru pola w swobodnej przestrzeni;  
Inaccuracy of field measurements in the free space;

\*\* Niedokładność pomiaru pola w odległości 10 cm od pierwotnych lub wtórnych źródeł promieniowania.  
Inaccuracy of field measurements for 10 cm distance from primary and secondary radiation sources.

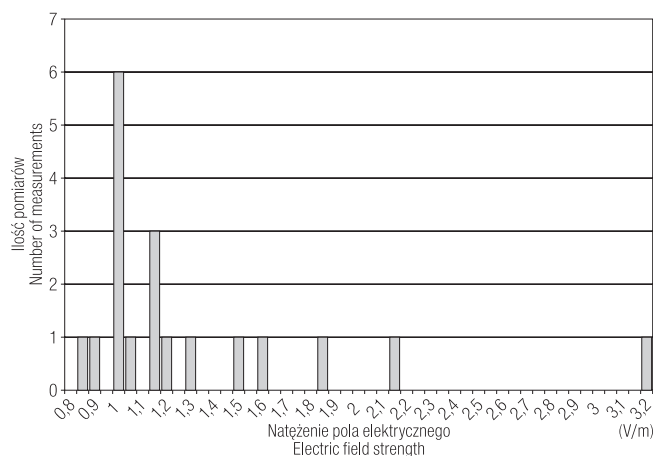
Pomiary wykonywano przy użyciu miernika MEH-25 z sondą AS-1 produkcji Politechniki Wrocławskiej, o parametrach przedstawionych w tabeli 1.

Pomiary natężenia pola elektrycznego E dla celów oceny ekspozycji wykonywano w oparciu o standardowe procedury obowiązujące w Polsce (4,5). Pomiary miały charakter punktowy. Jako wynik pojedynczego pomiaru przyjęto wartość maksymalną E zmierzoną w danym pionie pomiarowym. W danym punkcie pomiarowym wykonane były 3 pomiary w odstępie 5 minutowym, a wynikiem była ich wartość średnia. Piony pomiarowe wybierano w miejscach najczęstszego i najdłuższego przebywania mieszkańców, tj. nad miejscami do spania i na środku pomieszczeń, w których mieszkańcy przebywają w ciągu dnia. Jako wartość natężenia pola elektrycznego E emitowanego przez stacje bazowe telefonii komórkowej, na jakie jest ekspozycja dana osoba badana, przyjmowano wartość średnią zmierzoną we wszystkich pionach pomiarowych.

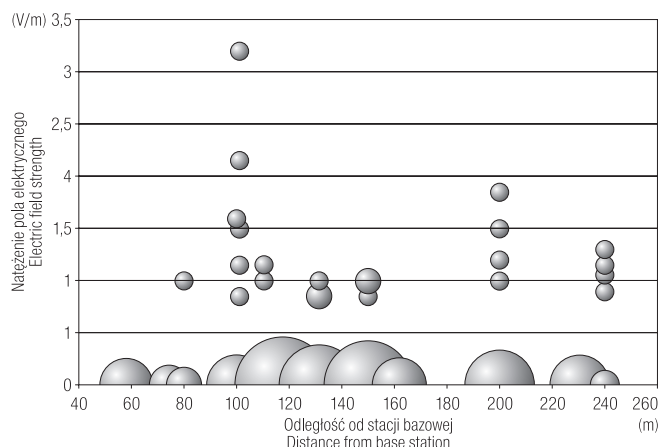
### WYNIKI I OMÓWIENIE

Wyniki pomiarów natężenia pola elektrycznego dla celów ekspozycji na PEM emitowane przez anteny nadawcze telefonii komórkowej przedstawiono na ryc. 3 i ryc. 4, przy czym na ryc. 3 przedstawiono częstotliwość występowania w badanych mieszkaniach różnych wartości natężenia pola elektrycznego, emitowanego przez anteny nadawcze stacji bazowych, natomiast na ryc. 4 wielkości natężenia pola elektrycznego w różnych odległościach mieszkania i stacji bazowej.

W wyniku pomiarów stwierdzono, że pole E o wartościach większych od 0,8 V/m (dolna wartość graniczna zestawu pomiarowego) występuje w 23 mieszkaniach spośród 195, w których wykonano pomiary (w około 12% zbadanych mieszkań). Jeżeli wziąć pod uwagę fakt, że do



**Ryc. 3.** Liczba mieszkań objętych badaniami, w których średnie zmierzone wartości natężenia pola elektrycznego E o częstotliwościach z zakresu 300 MHz–3 GHz przekraczają 0,8 V/m.  
**Fig. 3.** Number of studied flats, in which mean measured values of electric field strength E with frequencies from 300 MHz to 3 GHz does not exceed 0.8 V/m.



**Ryc. 4.** Wartości natężenia pola elektrycznego w mieszkaniach znajdujących się w różnych odległościach od stacji bazowej. Powierzchnia koła jest proporcjonalna do ilości punktów znajdujących się w danej odległości od stacji bazowej o jednakowych zmierzonych wartościach natężenia pola elektrycznego.

**Fig. 4.** Electric field strength values in flats at different distances from base station. Circle surface area is proportional to number of points at the same distance from base station with the same measured electric field values.

badan zostały wybrane bloki mieszkalne, które, na podstawie analizy parametrów emisji PEM przez anteny nadawcze stacji bazowych, uznano za najbardziej zagrożone podwyższoną ekspozycją na PEM, to można szacować, że PEM o wartościach E przekraczających 0,8 V/m występuje średnio w kilku procentach (mniej niż 10%) mieszkań znajdujących się w promieniu do 500 m od innych stacji.

Dane przedstawione na ryc. 3 i 4 wykazują, że zmierzone wartości wahały się od 0,85 V/m do 3,2 V/m. Wy-

nika z tego, że w żadnym z wybranych do badań mieszkań, otaczających stacje bazowe, nie występują PEM o wartościach przekraczających wartości dopuszczalne przez polskie przepisy, tj. 7 V/m (4).

W wyniku analizy zebranych danych stwierdzono, że nie występuje żadna korelacja pomiędzy natężeniem pola elektrycznego i odległością badanego mieszkania od stacji bazowej. Współczynniki  $R^2$  dla zastosowanych modeli regresji (liniowy, wielomianowy, potęgowy i logarytmiczny) nie przekraczają 0,02. Potwierdza to nasze założenie, że odległość od stacji nie może służyć jako wskaźnik ekspozycji – do tego celu niezbędny jest pomiar pola.

## WNIOSKI

1. W wyniku badań stwierdzono, że w budynkach mieszkalnych znajdujących się w promieniu do 500 m od stacji bazowych telefonii komórkowej nie występują PEM o wartościach przekraczających wartości dopuszczalne przez polskie przepisy dotyczące ochrony ludzi i środowiska. Stwierdzono również, że PEM o wartościach E przekraczających 0,8 V/m występuje w kilku procentach (mniej niż 10%) mieszkań, znajdujących się w pobliżu stacji bazowych.

2. Na podstawie analizy uzyskanych wyników pomiarów stwierdzono, że nie występuje korelacja pomiędzy natężeniem pola elektrycznego i odległością badanego mieszkania od stacji bazowej. Wynika z tego, że odległość od stacji nie może służyć jako wskaźnik ekspozycji – do tego celu niezbędny jest pomiar pola.

## PIŚMIENNICTWO

- Haumann T., Münzeberg U., Maes W., Sierck P.: HF-radiation levels of GSM cellular phone towers in residential areas. W: Kostarakis S. [red.]. Biological Effects of EMFs. Proceedings of 2nd International Workshop, 7–11 października 2002; Rodos, ss. 327–333
- Berqvist U., Friedrich G., Hamnerius Y., Martens L., Neubauer G., Thuroczy G. i wsp.: Mobile telecommunication base stations – exposure to electromagnetic fields. Report of a Short term Mission within COST 244bis. World Health Organisation, Geneva 2000
- Petersen R.C., Fahly-Elwood A.K.: Wireless telecommunication: Technology and RF safety issues. In: Hardy K.A., Metz M.L., Glickman R. [red.]. Non-Ionizing Radiation: An Overview of the Physics and Biology. Medical Physics Publishing, Medison (Washington) 1997, ss. 197–226
- Rozporządzenie Ministra Środowiska, z dnia 30 października 2003 r., w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów utrzymania tych poziomów. DzU 2003, nr 192, poz. 1883
- PN-T-06580-3:2002: Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym o częstotliwości 0 Hz do 300 GHz. Część 3. Metody pomiaru i oceny pola na stanowiskach pracy. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2002