



POLA ELEKTROMAGNETYCZNE

Seweryn Banasik

Pole elektromagnetyczne jest czynnikiem środowiska, który towarzyszy ludziom od zawsze. Pole elektromagnetyczne mające naturalne źródła – pochodzenia ziemskiego i pozaziemskiego – istnieje na Ziemi od początku jej istnienia. Rozwój przemysłu, w tym przede wszystkim rozwój telekomunikacji, powoduje wzrost poziomów pola elektromagnetycznego w środowisku, zwłaszcza poprzez wzrost liczby tzw. „sztucznych źródeł” pola elektromagnetycznego.

Szczególnie ostatnie dwudziestolecie przyniosło prawdziwą rewolucję w mobilnej komunikacji osobistej, co wiąże się z wprowadzaniem do użytkowania coraz większej ilości stacji bazowych, dla których nośnikiem informacji jest pole elektromagnetyczne – rozwój od analogowych systemów łączności komórkowej (np. NMT) do systemów cyfrowych (GSM 900, 1800), do powstającego obecnie systemu trzeciej generacji UMTS.

1. Pole elektromagnetyczne w środowisku człowieka

Najpowszechniej występującymi instalacjami będącymi źródłami pól elektromagnetycznych, które mają istotny wpływ na ogólny poziom pól w środowisku są linie elektroenergetyczne oraz instalacje radiokomunikacyjne, takie jak stacje bazowe telefonii komórkowej oraz stacje radiowe i telewizyjne. W tabeli 1 zawarto wykaz źródeł pola elektromagnetycznego istotnych z punktu widzenia ochrony środowiska.

Do oceny wielkość pola elektromagnetycznego przyjęto następujące parametry i jednostki, opisane w tabeli 2.

Zależnie od przeznaczenia źródła pól elektromagnetycznych (PEM), zakresu wytwarzanych częstotliwości i mocy nadajnika, różne grupy ludności z populacji generalnej, podlegają w różnym stopniu ekspozycji na PEM. Wielkość tej ekspozycji zależy od stopnia uprzemysłowienia danego obszaru kra-

ju czy regionu i przeciętnie jest wyższa dla mieszkańców wielkich miast w porównaniu z obszarami wiejskimi. Orientacyjnie można stwierdzić, że poza bliskimi rejonami otaczającymi duże nadawcze stacje radiowe i telewizyjne, gdzie wartości natężenia i gęstości mocy są najwyższe, podwyższone wartości natężenia pola wystąpią na terenie wielkich aglomeracji, gdzie wyróżnić należy sieć radiofonii ruchomej i telefonii komórkowej, państwowe i komercyjne stacje radiowe i telewizyjne, lotniska, porty morskie i rzeczne, przemysł, transport samochodowy, itp. Natężenie PEM pochodzenia urbanistycznego jest proporcjonalne do liczby mieszkańców, a tym samym do wielkości miasta. Miasta ze swoimi źródłami emisji stanowią niepożądane szумы dla odbioru radiowo-telewizyjnego. Na tło nakładają się lokalne szумы „wielkomiejskie”. Ich poziom szczególnie w ostatnich latach szybko wzrastał [1].

Tabela 1. Wykaz źródeł pola elektromagnetycznego istotnych z punktu widzenia ochrony środowiska [2]

Grupa urządzeń		Zastosowanie	Częstotliwość pracy	Stosowane moce
Urządzenia bezpieczeństwa		Ochrona fizyczna obiektów, lokalizacja pojazdów	Setki MHz do kilkunastu GHz	Pojedyncze mW do kilkudziesięciu W
Urządzenia łączności osobistej	Stacje radiotelefoniczne	Łączność indywidualna typu stacja bazowa – użytkownicy; przekaz głosu i danych	Kilkadziesiąt do kilkuset MHz	Od kilkudziesięciu mW (radiotelefony) do kilku W (stacje bazowe)
	Sieci telefonii komórkowej (GSM, UMTS)	Łączność abonencka	Pasma 900, 1800, 2100 MHz	Od 2 W (telefony) do kilkuset W (stacje bazowe)
Urządzenia radiodostępowe	Dla abonenckich, stałych sieci telefonicznych	Łączność abonencka – przekaz głosu	2÷3 GHz	Od kilku mW (stacje końcowe) do kilkudziesięciu W (stacje bazowe)
	Dla przekazu danych	Łączność abonencka – przekaz danych	20÷30 GHz	Od kilku mW
Urządzenia systemów transmisji sygnałów i danych (sieci radiolinii)		Przekaz sygnałów i danych	2÷38 GHz	Od kilku mW do kilku W
Urządzenia radiokomunikacyjne	Stacje radiowe długofalowe (w Polsce są dwie stacje – Solec Kujawski i Raszyn)	Przekaz sygnałów i programów radiowych	100÷400 kHz	Od kilku do tysiąca kW
	Stacje radiowe średniofalowe (obecnie w Polsce nie ma stale działających stacji średniofalowych)	Przekaz sygnałów i programów radiowych	500÷1600 kHz	Od kilku do tysiąca kW
	Stacje radiowe krótkofalowe	Przekaz sygnałów i programów radiowych	1600 kHz ÷ 30 MHz	Od kilku do kilkuset kW
	Stacje radiowe ultrakrótkofalowe	Przekaz sygnałów i programów radiowych	87÷107 MHz	Od kilku do tysiąca kW
	Stacje telewizyjne	Przekaz sygnałów i programów telewizyjnych	Kilkadziesiąt MHz do osiemset kilkadziesiąt MHz	Od kilku do tysiąca kW
Urządzenia radiolokacyjne		Kontrola położenia statków powietrznych oraz morskich	Kilkaset MHz do kilkudziesięciu GHz	Od kilkudziesięciu kW do kilku MW w impulsie
Linie i stacje elektroenergetyczne wysokiego napięcia		Przesył i rozdział energii elektrycznej	50 Hz (poza jedną stałoprądową instalacją Polska-Szwecja)	Stosowane napięcia 110 kV, 220 kV, 400 kV

Tabela 2. Wielkości charakteryzujące pole elektromagnetyczne [3]

Częstotliwość	Wielkość fizyczna	Jednostka
0 Hz – 100 kHz (ELF – częstotliwości bardzo niskie)	Natężenie pola elektrycznego	V/m (wolt na metr)
	Natężenie pola magnetycznego	A/m (amper na metr)
	Indukcja pola magnetycznego	T (tesla)
100 kHz – 300 MHz (RF – częstotliwości radiowe)	Natężenie pola elektrycznego	V/m (wolt na metr)
300 kHz – 300 GHz (MF – mikrofałe)	Gęstość mocy	W/m ² (wat na metr kwadratowy)
	Natężenie pola elektrycznego	V/m (wolt na metr)

2. Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska zawiera podstawowe regulacje prawne dotyczące ochrony środowiska przed polami elektromagnetycznymi. Zgodnie z art. 121. ustawy Prawo ochrony środowiska, ochrona przed polami elektromagnetycznymi polega na zapewnieniu jak najlepszego stanu środowiska poprzez:

- 1) utrzymanie poziomów pól elektromagnetycznych poniżej dopuszczalnych lub co najmniej na tych poziomach,
- 2) zmniejszanie poziomów pól elektromagnetycznych co najmniej do dopuszczalnych, gdy nie są one dotrzymane.

Na podstawie art. 122 ww. ustawy, Minister Ochro-

ny Środowiska wydał rozporządzenie z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów [3]. Załącznik nr 1 do rozporządzenia, określa dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych w środowisku, zróżnicowane dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową oraz miejsc dostępnych dla ludności, przy czym przez tereny przeznaczone pod zabudowę mieszkaniową rozumie się tereny, dla których taką funkcję przewidziano w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego lub tereny działek o takim samym przeznaczeniu (tabela 3, 4).

Tabela 3. Zakres częstotliwości pól elektromagnetycznych, dla których określa się parametry fizyczne charakteryzujące oddziaływanie pól elektromagnetycznych na środowisko, dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową oraz dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych, charakteryzowane przez dopuszczalne wartości parametrów fizycznych, dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową

Częstotliwość	Składowa elektryczna	Składowa magnetyczna	Gęstość mocy
50 Hz	1 kV/m	60 A/m	-

Objaśnienia:

- a) 50 Hz – częstotliwość sieci elektroenergetycznej,
- b) podane w tabeli wartości składowej elektrycznej i magnetycznej, są wartościami granicznymi parametrów fizycznych charakteryzujących oddziaływanie pól elektromagnetycznych, odpowiadającymi wartościom skutecznym natężeń pól elektrycznych i magnetycznych.

Tabela 4. Zakres częstotliwości pól elektromagnetycznych, dla których określa się parametry fizyczne charakteryzujące oddziaływanie pól elektromagnetycznych na środowisko, dla miejsc dostępnych dla ludności oraz dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych, charakteryzowane przez dopuszczalne wartości parametrów fizycznych, dla miejsc dostępnych dla ludności

Zakres częstotliwości pola elektromagnetycznego	Składowa elektryczna	Składowa magnetyczna	Gęstość mocy
0 Hz	10 kV/m	2.500 A/m	-
od 0 Hz do 0,5 Hz	-	2.500 A/m	-
od 0,5 Hz do 50 Hz	10 kV/m	60 A/m	-
od 0,05 kHz do 1 kHz	-	3/f A/m	-
od 0,001 MHz do 3 MHz	20 V/m	3 A/m	-
od 3 MHz do 300 MHz	7 V/m	-	-
od 300 MHz do 300 GHz	7 V/m	-	0,1 W/m ²

Objaśnienia:

Podane w tabeli wartości składowej elektrycznej i magnetycznej, są wartościami granicznymi parametrów fizycznych, charakteryzującymi oddziaływanie pól elektromagnetycznych i odpowiadającymi:

- a) wartościom skutecznym natężeń pól elektrycznych i magnetycznych o częstotliwości do 3 MHz, podanym z dokładnością do jednego miejsca znaczącego,
- b) wartościom skutecznym natężeń pól elektrycznych o częstotliwości od 3 MHz do 300 MHz, podanym z dokładnością do jednego miejsca znaczącego,
- c) wartości średniej gęstości mocy dla pól elektromagnetycznych o częstotliwości od 300 MHz do 300 GHz lub wartościom skutecznym dla pól elektrycznych o częstotliwościach z tego zakresu częstotliwości, podanej z dokładnością do jednego miejsca znaczącego po przecinku,
- d) f – częstotliwość w jednostkach podanych w drugiej kolumnie,
- e) 50 Hz – częstotliwość sieci elektroenergetycznej.

3. Badania monitoringowe pól elektromagnetycznych w 2004 roku

Zgodnie z ustawą Prawo ochrony środowiska, do zakresu działań Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska należy m.in. ocena poziomów pól elek-

tromagnetycznych w środowisku i obserwacja zmian w ramach państwowego monitoringu środowiska. Głównym celem monitoringu pól elektromagnetycz-

Tabela 5. Wyniki pomiarów pól elektromagnetycznych w pionach pomiarowych zlokalizowanych na terenie osiedla Ptasiego w Katowicach

Nr punktu pomiarowego	Opis	Składowa elektryczna E [V/m]					Składowa magnetyczna H [μ T]			
		5 Hz – 50 Hz	25 Hz – 2 kHz	1,2 kHz – 100 kHz	100 kHz – 1 GHz	100 MHz – 40 GHz	5 Hz – 50 Hz	25 Hz – 2 kHz	1,2 kHz – 100 kHz	
1	ul. Łabędzia – plac zabaw	0,60	0,61	0,41	0,65	< 0,8	0,04	0,02	0,04	
2	ul. Czajek – teren gęstej zabudowy jednorodzinnej	0,16	0,13	0,47	0,23	< 0,8	0,02	0,03	0,07	
3	ul. Św. Huberta – boiska asfaltowe w pobliżu stacji bazowej zlokalizowanej na dachu budynku nr 11	1,22	1,26	0,48	0,25	< 0,8	0,03	0,04	0,08	
4	ul. Kukułek teren otaczający szkołę podstawową nr 65	0,38	0,33	0,42	0,20	< 0,8	0,24	0,17	0,07	
5	ul. Lelków – teren zwartej zabudowy wielorodzinnej wokół stacji bazowej na dachu budynku przy ul. Gawronów 22	0,11	0,17	0,38	0,47	< 0,8	0,10	0,12	0,07	
6	ul. Zgrzebnika – teren zabudowy wielorodzinnej w pobliżu linii 110 kV	1,57	1,62	0,47	0,34	< 0,8	0,08	0,09	0,08	
7	Katowicki Park Leśny	0,06	0,06	0,06	< 0,05	< 0,8	0,04	0,02	0,06	
Dopuszczalne poziomy		10 kV (dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową 1 kV)	Brak (zakres pracy sondy obejmuje również dwa przedziały dla których są określone wart. dop.)		20 V/m	7 V/m	7 V/m	60 A/m (0,75 T)	min. wartość 3 A/m (0,04 T)	3 A/m (0,04 T)

Tabela 6. Wyniki pomiarów pól elektromagnetycznych wokół linii 110 kV w rejonie ul. Zgrzebnika

Lp.	Opis	Składowa elektryczna E [kV/m]	Składowa magnetyczna H [μ T]
		f = 50 Hz	f = 50 Hz
1	Max. wartość zmierzona pod przewodami fazowymi – pod linią 110 kV	0,73	0,5
2	Przy pierwszej linii zabudowy przy ul. Zgrzebnika w odległości około 20 m od skrajnego przewodu fazowego	0,03	0,2
3	Parking samochodowy przy ul. Zgrzebnika	0,15	0,3
4	Trawnik za przystankiem przy ul. Kościuszki – ok. 20 m od skrajnego przewodu fazowego	0,07	0,3
Dopuszczalne poziomy		1 kV (dla pozostałych terenów dostępnych dla ludzi 10 kV)	60 A/m (0,75 T)

nych w środowisku jest zbieranie informacji o poziomach pól elektromagnetycznych występujących na terenach zamieszkania i przebywania człowieka. Monitoringowe pomiary pól elektromagnetycznych prowadzone są w szczególności w sąsiedztwie źró-

deł pól elektromagnetycznych.

W ramach badań monitoringowych pól elektromagnetycznych w 2004 r. wykonano serię pomiarów na terenie osiedla Ptasiego w Katowicach w dzielnicy Brynów (fot. 1, fot. 2). Do pomiarów wykorzystano



Fot. 1. Źródła pól elektromagnetycznych (S. Konieczny)



Fot. 2. Pomiary pól elektromagnetycznych w środowisku (S. Konieczny)

nowoczesną aparaturę pomiarową rejestrującą poziomy pole elektromagnetycznych w zakresie częstotliwości od 5 Hz do 40 GHz.

Na badanym terenie wyróżnić można następujące główne źródła pól elektromagnetycznych w środowisku: linia elektroenergetyczna 110 kV, stacje bazowe na dachu budynku przy ul. Gawronów 22 oraz stacja bazowa przy ul. Św. Huberta 11 – na dachu Hotelu.

Pomiary wykonano w 7 punktach (pionach) pomiarowych, zlokalizowanych na badanym terenie. Sondę pomiarową umieszczano w pionach pomiarowych na wysokości od 0,3 m do 2 m nad powierzchnią terenu, przyjmując za wynik pomiaru maksymalną zmierzoną w danym pionie wartość składowej pola elektromagnetycznego. Wyniki pomiarów zawarte są w tabeli 5.

Poza ww. pomiarami wykonano pomiary pól elektromagnetycznych wokół linii elektroenergetycznej 110 kV biegnącej w okolicach ul. Zgrzebnioka. Tabela 6 zawiera informacje o najwyższych wartościach pola elektromagnetycznego uzyskanych w otoczeniu ww. linii.

Prezentowane wyniki badań poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku nie tworzą całościowego obrazu występowania pól elektromagnetycznych na terenie miasta Katowice. Stanowią pewien element wiedzy o występowaniu pól elektromagnetycznych w środowisku na terenie województwa śląskiego. Sukcesywnie w ramach monitoringu pól elektromagnetycznych wiedza ta będzie się powiększała, a obszar badań obejmie kolejne rejony województwa.

Pomiarami pól elektromagnetycznych w 2004 roku objęto typowe osiedle mieszkaniowe występujące na terenie miasta Katowice. Lokalizując punkty pomiarowe uwzględniano zabudowę wielorodzinną, jednorodziną oraz parki i tereny leśne. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów nie stwierdzono występowania poziomów pól elektromagnetycznych o wartościach przekraczających poziomy dopuszczalne.

Z uwagi na wysoki poziom uprzemysłowienia i związaną z tym dużą liczbę źródeł elektroenergetycznych będą prowadzone dalsze, systematyczne badania pól elektromagnetycznych w środowisku na terenie województwa śląskiego.

