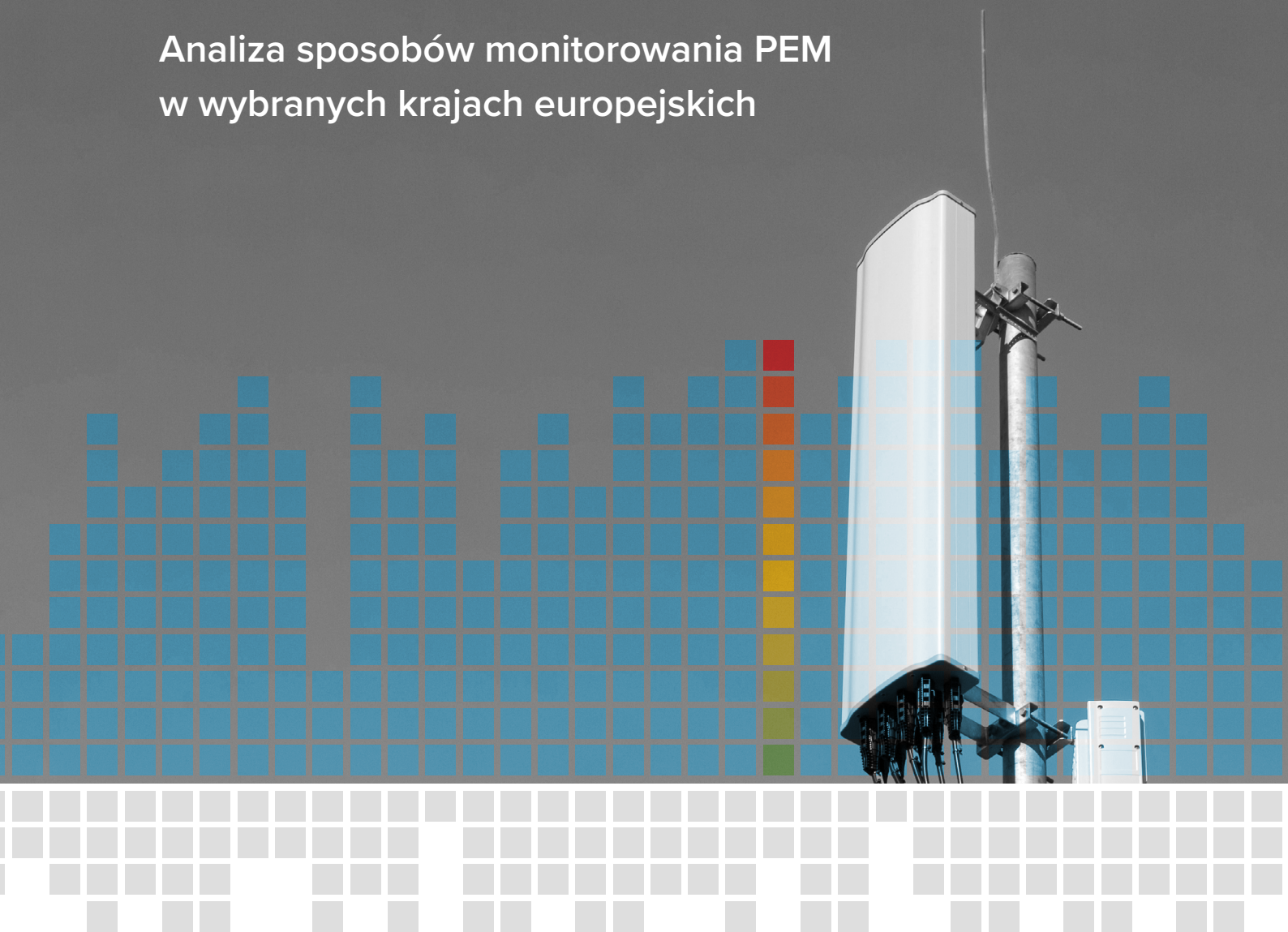




Ministerstwo
Cyfryzacji

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Analiza sposobów monitorowania PEM w wybranych krajach europejskich



Warszawa 2018





Ministerstwo
Cyfryzacji



INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Analiza sposobów monitorowania PEM w wybranych krajach europejskich

Warszawa 2018

METRYKA

Dane	Opis
Tytuł dokumentu	Analiza sposobów monitorowania PEM w wybranych krajach europejskich
Autor dokumentu	Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy (IŁ-PIB)
Nr pracy IŁ-PIB	01.10.1.01.01.8
Nr Zadania/Podzadania	1/1
Nazwa Zadania	Prace w obszarze zastosowania technik radiowych
Nazwa Podzadania	Pomiary pól elektromagnetycznych (PEM) wytwarzanych przez stacje bazowe telefonii komórkowej – kontynuacja prac z 2016 r. i 2017 r.
Umowa dotacji celowej	Nr 1/DT/2018 z dnia 21 maja 2018 r.
Rodzaj dokumentu	Produkt podzadania 1/1 – Raport z monitoringu PEM w innych krajach UE
Załączniki	brak

SPIS TREŚCI

WYKAZ TABLIC.....	6
WYKAZ RYSUNKÓW.....	6
WYKAZ SKRÓTÓW.....	8
1.WPROWADZENIE.....	9
1.1 Podstawa opracowania	9
1.2 Zakres podzadania	9
1.3 Zakres opracowania i cel pracy.....	9
2. PODSUMOWANIE, WNIOSKI.....	11
3. PRAWO UE ZWIĄZANE Z PEM.....	27
4. DOPUSZCZALNE WARTOŚCI POZIOMÓW PEM	31
5. BADANIA PEM W POLSCE	35
5.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM	36
5.2 Kluczowe akty prawne	37
5.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników	40
5.3.1 Państwowy monitoring środowiska	40
5.3.2 Kampanie pomiarowe PEM	42
6. BADANIA PEM W AUSTRII.....	45
6.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM.....	45
6.2 Kluczowe akty prawne.....	45
6.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników	45
6.4 Monitoring pól o niskich częstotliwościach.....	47
7. BADANIA PEM W BUŁGARII	47
7.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM	47
7.2 Kluczowe akty prawne.....	47
7.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników	47
7.4 Monitoring PEM.....	48
7.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach.....	48
8. BADANIA PEM W CZECHACH	48
8.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM.....	48
8.2 Kluczowe akty prawne	49
8.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników	49
8.4 Monitoring PEM.....	49
8.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach	49
9. BADANIA PEM WE FRANCJI	49
9.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM	49
9.2 Kluczowe akty prawne	50
9.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników	51
9.4 Monitoring PEM.....	52
9.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach	54

10. BADANIA PEM W GRECJI.....	54
10.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM.....	54
10.2 Kluczowe akty prawne.....	54
10.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników.....	54
10.4 Monitoring PEM.....	54
10.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach.....	55
11. BADANIA PEM W HISZPANII.....	56
11.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM.....	56
11.2 Kluczowe akty prawne.....	56
11.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników.....	56
11.4 Monitoring PEM.....	58
11.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach.....	58
12. BADANIA PEM W IRLANDII.....	60
12.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM.....	60
12.2 Kluczowe akty prawne.....	60
12.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników.....	60
12.4 Monitoring PEM.....	61
12.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach.....	61
13. BADANIA PEM NA LITWIE.....	61
13.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM.....	61
13.2 Kluczowe akty prawne.....	63
13.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników.....	63
13.4 Monitoring PEM.....	63
13.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach.....	64
14. BADANIA PEM W NIEMCZECH.....	64
14.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM.....	64
14.2 Kluczowe akty prawne.....	64
14.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników.....	65
14.4 Monitoring PEM.....	65
14.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach.....	66
15. BADANIA PEM W PORTUGALII.....	67
15.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM.....	67
15.2 Kluczowe akty prawne.....	68
15.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników.....	67
15.4 Monitoring PEM.....	68
15.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach.....	68
16. BADANIA PEM W SERBII.....	69
16.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM.....	69
16.2 Kluczowe akty prawne.....	69
16.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników.....	70
16.4 Monitoring PEM.....	70
16.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach.....	72
17. BADANIA PEM NA SŁOWACJI.....	73
17.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM.....	73

17.2 Kluczowe akty prawne	73
17.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników	73
17.4 Monitoring PEM	74
17.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach	74
18. BADANIA PEM W SŁOWENII	76
18.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM	76
18.2 Kluczowe akty prawne	77
18.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników	77
18.4 Monitoring PEM	78
18.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach	78
19. BADANIA PEM W SZWECJI	79
19.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM	79
19.2 Kluczowe akty prawne	79
19.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników	79
19.4 Monitoring PEM	79
19.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach	79
20. BADANIA PEM W WIELKIEJ BRYTANII	80
20.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM	80
20.2 Kluczowe akty prawne	80
20.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników	80
20.4 Monitoring PEM	82
20.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach	82
21. BADANIA PEM WE WŁOSZACH	82
21.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM	82
21.2 Kluczowe akty prawne	82
21.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników	83
21.4 Monitoring PEM	83
21.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach	86
22. MODELOWANIE ROZKŁADU PEM	87
22.1 Analiza PEM wokół złożonych struktur	88
22.2 Metody matematyczne modelowania rozkładu pola elektromagnetycznego	88
22.3 Praktyczne metody analiz PEM dla dowolnych anten	89
22.3.1 Wypadkowe natężenie pola elektrycznego PEM (od wielu źródeł)	90
22.3.2 Wartości referencyjne parametrów używane w analizach	91
22.3.3 Narzędzia programistyczne do analiz PEM	91
23. PROJEKT SI2PEM	93
BIBLIOGRAFIA	96

WYKAZ TABLIC

Tabl. 1 Lista państw – wyniki analiz	10
Tabl. 2 Zestawienie wyników analiz	14
Tabl. 3 Poziomy odniesienia w środowisku: natężenie pola E oraz gęstości mocy S dla typowych częstotliwości stosowanych w sieciach komórkowych, określone na podstawie zalecenia 1999/519/EC	29
Tabl. 4 Wartości dopuszczalne ekspozycji na PEM	32
Tabl. 5 Zakresy częstotliwości i rodzaje usług zmierzone w ramach projektu Champagne de Measurement	51
Tabl. 6 Dopuszczalne poziomy ekspozycji na PEM [39]	57
Tabl. 7 Wyniki pomiarów dla określonej lokalizacji – Dublin Main Street [42].....	62
Tabl. 8 Przykładowe wartości stref analizy rozkładu PEM	91

WYKAZ RYSUNKÓW

Rys. 1 Porównanie dopuszczalnej wartości współczynnika SAR dla ekspozycji zawodowej oraz ekspozycji w środowisku z wartością graniczną występowania efektu termicznego – współczynniki bezpieczeństwa	28
Rys. 2 Porównanie dopuszczalnej wartości dla ekspozycji zawodowej w środowisku pracy (BHP) oraz ekspozycji w środowisku określonej wg zalecenia 1999/519/EC oraz wg Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r.	30
Rys. 3 Zobrazowanie dopuszczalnych poziomów PEM w środowisku w poszczególnych krajach europejskich [3]	35
Rys. 4 Strona systemu Ekoinfonet – komunikat o dostępie do bazy JELMAG.....	41
Rys. 5 Sekcja „Raporty” serwisu pem.itl.waw.pl	43
Rys. 6 Przykładowy widok obrazowania wyników pomiarów na mapach w serwisie pem.itl.waw.pl – przykład 1	44
Rys. 7 Przykładowy widok obrazowania wyników pomiarów na mapach w serwisie pem.itl.waw.pl – przykład 2.....	44
Rys. 8 Poziomy referencyjne gęstości mocy dla częstotliwości wykorzystywanych w telefonii komórkowej [15].....	45
Rys. 9 Przykładowa prezentacja wyników pomiarów PEM w Austrii [17].....	46
Rys. 10 Przykładowa prezentacja lokalizacji stacji bazowych oraz wyników pomiarów PEM w Austrii [18]	46
Rys. 11 Prezentacja wyników pomiarów prowadzonych przez Krajowe Obserwatorium Pól Elektromagnetycznych.....	55
Rys. 12 Pięć typów przestrzeni, w jakiej może występować ekspozycja na PEM [37].....	58
Rys. 13 Lokalizacje urządzeń pomiarowych [39]	59
Rys. 14 Podział punktów pomiarowych ze względu na środowisko wraz z wynikami [39]	59
Rys. 15 Przykładowy zestaw pomiarowy używany do pomiaru PEM [42]	61
Rys. 16 Urządzenie pomiarowe stosowane w monitoringu PEM w Niemczech	66
Rys. 17 Głowica pomiarowa urządzenia stosowanego w monitoringu PEM w Niemczech – widok bez obudowy	66
Rys. 18 Urządzenie pomiarowe stosowane w monitoringu PEM w Niemczech – przykład lokalizacji.....	67
Rys. 19 Portal EMF RATEL – monitoring w Serbii [59].....	71

Rys. 20 Monitor szerokopasmowy AMB 8057/03 z czterozakresową sondą EP-4B-01 – monitoring w Serbii	71
Rys. 21 Przykładowy szczegółowy wyniki pomiaru – monitoring w Serbii [59].....	72
Rys. 22 Przykładowy wynik pomiaru – monitoring w Serbii [59]	72
Rys. 23 Portal projektowanego systemu – monitoring na Słowacji [63]	74
Rys. 24 Przykładowe wyniki z jednej lokalizacji – monitoring na Słowacji.....	75
Rys. 25 Stacjonarne urządzenie pomiarowe – monitoring na Słowacji.....	75
Rys. 26 Mobilne urządzenie pomiarowe – monitoring na Słowacji.....	76
Rys. 27 Widok anten pomiarowych na dachu samochodu – monitoring na Słowacji	76
Rys. 28 Portal INIS [66]	78
Rys. 29 Prezentacja wyników pomiarów prowadzonych przez Urząd Komunikacji w Wielkiej Brytanii [74].....	81
Rys. 30 (a) Obszar miasta Monselice z naniesioną zabudową i stacjami bazowymi (b) Oszacowane poziomy natężenie pól elektrycznych przy użyciu równania pola dalekiego [78]	83
Rys. 31 Rezultat algorytmu <i>ray tracing</i> w miejscowości Monselice. (a) Rozkład poziomów pola elektrycznego na budynkach w okolicy wszystkich stacji bazowych. (b) Rozkład poziomu pola elektrycznego w okolicy 2 stacji bazowych [79]	84
Rys. 32 Architektura sieci monitorującej PEM [80]	85
Rys. 33 Przykłady stacji monitorujących PEM [80].....	85
Rys. 34 Wizualizacja jednego z punktów pomiarowych wraz z wynikami pomiarów PEM...	86
Rys. 35 Schematyczny obraz pola w dużej odległości od dipola w jednorodnym ośrodku nieograniczonym: fala EM wzdłuż osi Ox	88
Rys. 36 Widok kooperacji aplikacji projektowanego systemu SI2PEM	95

WYKAZ SKRÓTÓW

Skrót	Rozwinięcie
EIRP	<i>Equivalent Isotropic Radiated Power</i> – równoważna moc promieniowana izotropowo
GIOŚ	Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
IŁ-PIB	Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy
ICNIRP	<i>International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection</i> – Międzynarodowa Komisja Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym
IOŚ	Inspekcja Ochrony Środowiska
LTE	<i>Long Term Evolution</i> – system komórkowy czwartej generacji
MC	Ministerstwo Cyfryzacji
PEM	pole elektromagnetyczne
PMS	Państwowy Monitoring Środowiska
RLAN	<i>Radio Local Area Network</i> – radiowa sieć lokalna
RMS	<i>Root Mean Square</i> – wartość skuteczna
RTCN	Radiowo-Telewizyjne Centrum Nadawcze
SAR	<i>Specific Absorption Rate</i> – współczynnik pochłaniania energii elektromagnetycznej przez ciało o pewnej masie w określonym czasie
SI2PEM	System Informacyjny o Instalacjach wytwarzających Pole ElektroMagnetyczne
SBTK	Stacja Bazowa Telefonii Komórkowej
UE	Unia Europejska
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i> – system komórkowy trzeciej generacji
WHO	<i>World Health Organization</i> – Światowa Organizacja Zdrowia
WIOŚ	Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska

1. WPROWADZENIE

1.1 Podstawa opracowania

Umowa dotacji celowej Nr 1/DT/2018 z dnia 21 maja 2018 r.

Zadanie nr 1: Prace w obszarze zastosowanie technik radiowych.

Podzadanie nr 1: Pomiary pól elektromagnetycznych (PEM) wytwarzanych przez stacje bazowe telefonii komórkowej – kontynuacja prac z 2016 r. i 2017 r.

1.2 Zakres podzadania

Podzadanie nr 1 jest kontynuacją prac wykonanych w 2016 r. oraz w 2017 r.

Głównym celem podzadania jest wykonanie pomiarów poziomów pól elektromagnetycznych (PEM) w otoczeniu stacji bazowych telefonii komórkowej, a także w otoczeniu punktów dostępowych do sieci WiFi 2,4 GHz oraz WLAN 5 GHz.

Zakres podzadania nr 1 obejmuje także, m.in. przeprowadzenie analizy i opracowanie raportu dotyczącego sposobów monitorowania PEM w wybranych krajach europejskich.

1.3 Zakres opracowania i cel pracy

Niniejszy raport stanowi jeden z produktów podzadania nr 1/1.

Raport przedstawia wyniki analizy sposobu monitoringu PEM w Polsce oraz w innych krajach europejskich, w tym głównie w państwach członkowskich UE.

W raporcie zaprezentowano wyniki analiz dotyczące wybranych krajów europejskich, co pozwoliło na przedstawienie zarówno różnic, jak i podobieństw w zakresie stosowanych rozwiązań.

W raporcie uwzględniona została także Serbia (posiadająca statut państwa kandydującego do UE) m.in. z uwagi na stosowane ciekawe rozwiązania dotyczące monitoringu PEM.

Listę państw oraz rozdziały, w których zaprezentowano wyniki analiz, przedstawia Tabl. 1.

Celem przeprowadzonej analizy sposobów monitoringu PEM w krajach europejskich jest, począwszy od wskazania instytucji właściwych do prowadzenia takiego monitoringu, pozyskanie informacji na temat: wykorzystywanych źródeł danych, stosowanych sposobów pomiaru, stosowanych sposobów prezentowania wyników pomiarów, a także wykorzystywanego oprogramowania do modelowania rozkładu pola elektromagnetycznego.

Analizie podlegały następujące zagadnienia:

- a. co jest przedmiotem pomiarów, w jakim zakresie częstotliwości wykonywane są pomiary, czy pomiary dotyczą tylko sieci radiowych, czy także instalacji energetycznych, przy czym w niniejszym raporcie skupiono się na monitoringu PEM w radiowym zakresie częstotliwości;
- b. skąd pochodzą prezentowane wyniki: czy z monitoringu stacjonarnego, czy są to wyniki pomiarów wykonywanych okresowo w różnych punktach pomiarowych;

- c. jakie wyniki są prezentowane: szerokopasmowe, czy selektywne;
- d. jakie przyrządy są stosowane do wykonywania pomiarów;
- e. jaki charakter mają prezentowane wyniki: czy wyniki są uśredniane długookresowo, np. prezentowana jest wartość średniodobowa, czy prezentowane są wartości chwilowe, inne;
- f. kto odpowiada za wykonywanie pomiarów i/lub kto nadzoruje monitoring: organy ochrony środowiska, czy regulator rynku telekomunikacyjnego, czy ew. inne instytucje, np. odpowiadające za kwestie zdrowia publicznego;
- g. prawo obywateli do wnioskowania o wykonanie pomiarów;
- h. sposób prezentowania wyników pomiarów: w serwisie internetowym w formie mapy, czy w formie tabel, raportów, jakie dane są prezentowane.

Tabl. 1 Lista państw – wyniki analiz

Lp.	Państwo	Rozdział prezentujący wyniki analiz
1.	Polska	5
2.	Austria	6
3.	Bułgaria	7
4.	Czechy	8
5.	Francja	9
6.	Grecja	10
7.	Hiszpania	11
8.	Irlandia	12
9.	Litwa	13
10.	Niemcy	14
11.	Portugalia	15
12.	Serbia ¹	16
13.	Słowacja	17
14.	Słowenia	18
15.	Szwecja	19
16.	Wielka Brytania	20
17.	Włochy	21

¹ Serbia nie jest członkiem UE, a jedynie posiada statut państwa kandydującego do UE. Z uwagi na ciekawe rozwiązania dotyczące pomiarów i monitoringu PEM została uwzględniona w przeprowadzonej analizie.

2. PODSUMOWANIE, WNIOSKI

Podsumowanie podstawowych informacji uzyskanych w wyniku przeprowadzonej analizy sposobów monitoringu stosowanych w krajach europejskich, przedstawione zostało w zestawieniu w Tabl. 2.

Przeprowadzone analizy pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- a. w większości państw obowiązują wewnętrzne regulacje prawne (ustawy i rozporządzenia) dotyczące zagadnień ochrony przed promieniowaniem PEM;
- b. regulacje te bazują na zaleceniu Rady Europejskiej z dnia 12 lipca 1999 r. w sprawie ograniczania ekspozycji ludności w polach elektromagnetycznych o częstotliwościach od 0 Hz do 300 GHz (1999/519/EC), przyjmując w zdecydowanej większości dopuszczalne wartości PEM w środowisku zgodne z zalecaniem i w kilku przypadkach wartości bardziej rygorystyczne (Polska oraz zapobiegawczo lub regionalnie: Belgia, Bułgaria, Francja, Grecja, Litwa, Rosja, Słowenia, Włochy);
- c. organami nadzorującymi i kontrolnymi w obszarze badań pól elektromagnetycznych są podmioty zajmujące się ochroną zdrowia (4), ochroną środowiska (4), infrastrukturą (5), bądź równolegle dwa czy trzy różne podmioty (np. w Portugalii);
- d. w większości państw pomiary poziomów pól elektromagnetycznych prowadzone są przez operatorów lub akredytowane laboratoria w momencie uruchamiania nowych instalacji lub wprowadzania w nich istotnych zmian (w 9 na 17);
- e. w niektórych państwach nie jest wymagane przeprowadzanie pomiarów PEM w sytuacji, gdy analiza symulacyjna PEM wykaże, że nie jest przekroczony zdefiniowany przez administrację decyzyjny próg PEM (np. w Grecji, Francji i Szwajcarii);
- f. analizy symulacyjne PEM wykonywane są w takich przypadkach przez operatorów z wykorzystaniem będącego w ich posiadaniu, zwykle różniącego się znacznie od siebie, oprogramowania do modelowania rozkładu pola elektromagnetycznego;
- g. podjęte przez Francję próby opracowania krajowych wytycznych, określających jakie dane należy uwzględnić w obliczeniach symulacyjnych oraz jakie kryteria techniczne zastosować do symulacji i jak ujednoczyć prezentację wyników, mają ułatwić urzędnikom i społeczeństwu analizę i ocenę przedstawianych przez operatorów symulacji;
- h. oprócz pomiarów prowadzonych w momencie uruchamiania/zmian instalacji, podobnie jak w Polsce, w większości państw prowadzone są badania kontrolne/interwencyjne oraz prowadzony jest monitoring PEM;
- i. badania na życzenie obywateli realizowane są np. we Francji;
- j. zdecydowanie rzadziej prowadzone są pomiary w zakresie pól niskich częstotliwości (pochodzących od sieci energetycznych);
- k. monitoring PEM realizowany jest w bardzo zróżnicowanym zakresie, zarówno z wykorzystaniem stałych, jak i zmiennych (także mobilnych) punktów pomiarowych;

- l. stosowane są zbliżone do siebie metodyki pomiarów, przy czym w większości przypadków wykonywane są pomiary szerokopasmowe, a jako wynik przyjmuje się wartość średnią z pomiaru w okresie dowolnych 6 minut, zgodnie z wytycznymi ICNIRP oraz zaleceniem 1999/519/EC;
- m. często stosowane są przyrządy pomiarowe firmy NARDA w konfiguracjach z sondami przeznaczonymi do pracy w różnych zakresach częstotliwości;
- n. w większości przypadków wyniki monitoringu PEM są udostępniane publicznie;
- o. stosowane są różne formy prezentacji wyników pomiarów: roczne zbiorcze raporty, tabele z wynikami pomiarów, wykresy z wynikami pomiarów i zaznaczonymi dopuszczalnymi poziomami PEM, mapy z wynikami pomiarów i danymi o stacjach bazowych, itp.

Jednocześnie na podstawie przeprowadzonych analiz można sformułować następujące rekomendacje odnośnie pomiarów i monitoringu PEM w środowisku na terenie Polski:

1. Brak doniesień naukowych, które uzasadniałyby prowadzenie ochrony środowiska przyrodniczego przed polami elektromagnetycznymi. Standardy jakości środowiska, które dotyczą ochrony przed polami elektromagnetycznymi zostały ustanowione ze względu na konieczność ochrony ludności. Nie ma informacji odnośnie istotnego wpływu pól elektromagnetycznych występujących w otoczeniu normalnie eksploatowanych i powszechnie używanych linii i stacji elektroenergetycznych, instalacji radiokomunikacyjnych, radionawigacyjnych i radiolokacyjnych na przyrodę żywą i oczywiście – nieżywą. Nie wykazano wpływu takich pól elektromagnetycznych na przelatujące ptaki czy nietoperze. Nie ma doniesień o możliwości wpływu pól elektromagnetycznych na obszary Natura 2000 i tradycyjne, polskie rodzaje obszarów ochrony przyrody – rezerваты i parki narodowe². Przeprowadzona analiza sugeruje, aby regulowały to przepisy wykonawcze wydane przez ministra właściwego do spraw zdrowia publicznego w porozumieniu z ministrem właściwym do spraw informatyzacji. Regulacje te powinny opierać się na aktualnej wiedzy technicznej i medycznej, poprzedzonej przeglądem dotychczasowych dostępnych badań naukowych uznanych za dowody naukowe.
2. Rozpoczęcie prac nad nową metodyką pomiarów, uwzględniającą m.in. obowiązujące w odnośnym zakresie wytyczne ICNIRP oraz wymagania przedstawione w zaleceniu 1999/519/EC, dotyczącą wyznaczania wartości średniej z pomiaru w okresie dowolnych 6 minut.
3. Wprowadzenie powszechnego dostępu dla obywateli do informacji o instalacjach oraz wynikach pomiarów PEM w otoczeniu stacji bazowych telefonii komórkowej. Taki dostęp zapewni System Informacyjny o Instalacjach wytwarzających Promieniowanie ElektroMagnetyczne (SI2PEM), którego realizacja jest planowana przez Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy wspólnie z Ministerstwem Cyfryzacji.
4. Rozpoczęcie prac nad standaryzacją (prawną) i ujednoczeniem sprawozdania z pomiarów PEM – wydanie fakultatywnego rozporządzenia ministra środowiska na podstawie delegacji ustawowej, tj. art. 122a ust. 3 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska.

² S. Różycki, „Ochrona środowiska przed polami elektromagnetycznymi. Informator dla administracji samorządowej”, GDOŚ, 2011

5. Wprowadzenie analizy symulacyjnej w celu określenia, czy wymagania odnośnie dopuszczalnych poziomów PEM są dotrzymane. W sytuacji uzyskania w wyniku symulacji wartości PEM poniżej pewnej ustalonej progowej/decyzyjnej wartości PEM (np. 70% wartości dopuszczalnej) wykonanie pomiarów PEM nie byłoby wymagane – w efekcie nastąpiłoby znaczne ułatwienie w realizacji inwestycji, także w zakresie postępowania administracyjnego, a skutkiem tego czas wymagany na budowę sieci uległby skróceniu. Pomiary PEM wymagane byłyby natomiast w sytuacji, gdy wartości PEM uzyskane w wyniku symulacji przekraczałyby ustaloną progową wartość PEM (np. 70% wartości dopuszczalnej).
6. Nowelizacja programu DAB-18 wydanego przez Polskie Centrum Akredytacji w zakresie konieczności podawania w sprawozdaniach z pomiarów PEM współrzędnych geograficznych punktów pomiarowych w przypadku pomiarów wykonywanych na zewnątrz pomieszczeń.
7. Podjęcie prac nad wprowadzeniem stałego monitoringu pola elektromagnetycznego pochodzącego z instalacji telekomunikacyjnych dla całej łączności ruchomej (w pierwszej kolejności w miastach, w których wdrożona zostanie sieć 5G), gwarantującego obywatelom dostęp online do bieżących danych.

Tabl. 2 Zestawienie wyników analiz

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badania PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
1.	Polska	Organy ochrony środowiska	<p>Wyniki pomiarów realizowanych przez operatorów przy zgłaszaniu nowych instalacji oraz po wyprzedzeniu zmian mogących mieć wpływ na poziom PEM.</p> <p>Wyniki pomiarów kontrolnych i interwencyjnych prowadzonych przez WIOŚ.</p> <p>Pomiary realizowane w ramach państwowego monitoringu środowiska w 135 punktach na terenie każdego województwa (określanych co 3 lata w wojewódzkich PMS), realizowane w cyklu trzyletnim – rocznie po 45 punktów w województwie.</p>	<p>Pomiary realizowane na zlecenie operatorów wykonywane są zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie regulacjami prawnymi, w tym Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. określającym sposób dotrymania dopuszczalnych poziomów PEM w środowisku.</p> <p>Pomiary mogą być realizowane wyłącznie przez podmioty spełniające wymagania akredytacyjne specyficzne dla laboratoriów wykonujących pomiary PEM w środowisku, na potrzeby obszaru regulowanego, określone w programie akredytacyjnym DAB-18 wydanym przez Polskie Centrum Akredytacji.</p> <p>Pomiary w ramach PMS realizowane są zgodnie z programem krajowym oraz opracowanymi na jego podstawie, wojewódzkimi programami państwowego monitoringu środowiska, a także zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawnymi w tym zakresie.</p> <p>Do pomiarów stosowane są głównie mierniki szerokopasmowe: NARDA, PMM. W dwóch województwach wykorzystywane są przyrządy do dodatkowych pomiarów selektywnych: NARDA SRM-3000 i SRM-3006.</p>	<p>Wyniki pomiarów wykonywanych na zlecenie operatorów (Sprawozdania z badań składane wraz ze Zgłoszeniami instalacji) są dostępne do wglądu we właściwych organach ochrony środowiska.</p> <p>Wyniki pomiarów z PMS oraz z badań kontrolnych i pomiarów interwencyjnych wykonywanych przez organy ochrony środowiska są rejestrowane w bazie danych JELMAG systemu Ekoinfonet (bez możliwości publicznego dostępu).</p> <p>W oparciu o dane zgromadzone w JELMAG generowane są roczne i trzyletnie sprawozdania z monitoringu pól elektromagnetycznych, zawierające uśrednione wyniki dla danego terenu w formie tabel. Cykliczne oceny poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (roczne i trzyletnie) dla obszaru całego kraju wykonuje i udostępnia na stronie internetowej GIOŚ.</p> <p>Obowiązkiem wojewódzkich inspektorów ochrony środowiska (a od 1 stycznia 2019 r. GIOŚ) jest także prowadzenie rejestru terenów dopuszczalnych poziomów PEM.</p>

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badanie PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
	Polska	Inicjatywa MC	Pomiary w ok. 30 punktach pomiarowych w każdej z typowanych do pomiarów lokalizacji, zmieniających się co roku (np. w 2018 r. 96 lokalizacji SBTK, w tym w pobliżu źródeł dużej emisji PEM takich jak radary, RTCN oraz 32 placówki szkolne). Lokalizacje SBTK typowane na podstawie analizy wcześniejszych wyników pomiarów (sprawozdań dołączanych przez operatorów do zgłoszeń instalacji).	są pomiary szerokopasmowe i selektywne, zgodnie z opracowanymi w 2016 r. metodykami, uwzględniającymi wewnętrzne regulacje prawne, w tym zakresie. Do pomiarów selektywnych wykorzystywany jest przyrząd z możliwością dekodowania sygnałów UMTS i LTE: NARDA SRM-3006.	Wyniki prezentowane w formie Raportów z kampanii pomiarowych oraz szczegółowych sprawozdań z badań, udostępniane na portalu: https://pem.itl.waw.pl/raporty/ , docelowo na portalu MC. Poczynając od kampanii pomiarowej PEM 2018, prezentacja wyników także na interaktywnych mapach.
2.	Austria	Federalne Ministerstwo Transportu, Innowacji i Technologii	Pomiary wykonywane przez operatorów podczas instalacji. Kontrolne wykonywane przez Federalne Ministerstwo Transportu, Innowacji i Technologii oraz zewnętrzne certyfikowane instytucje badawcze.	Pomiary PEM wykonywane są przyrządem pomiarowym NARDA SRM-3006 na wysokości 1,5 m. Wykonywane są pomiary zarówno selektywne jak i szerokopasmowe. Jako wynik pomiaru przyjmowana jest wartość średnia z okresu 6 minut, zgodnie z wytycznymi ICNIRP. Pomiary wykonywane są między godziną 8:00 a 19:00.	Wyniki pomiarów prezentowane online w formie tabeli na stronie: https://messwerte.fmk.at/101/burgenland/Mobilfunk_Messwerte.html oraz w formie mapy i tabeli na stronie: http://www.senderkaster.at/karte

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badania PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
3.	Bułgaria	<p>Minister Zdrowia</p> <p>Regionalne Inspektoraty Zdrowia</p> <p>NCPHA – Narodowe Centrum Zdrowia Publicznego i Analiz</p>	<p>Wyniki badań nowych instalacji lub po wprowadzeniu istotnych zmian.</p> <p>Monitoring 10% zarejestrowanych stacji bazowych w regionie, na „wrażliwych” obszarach wokół szkół i przedszkoli oraz w odpowiedzi na skargi obywateli.</p>	<p>Pomiary PEM dla nowych i zmienianych instalacji wykonuje się zgodnie z normą БJC EN 50492:2008 +A1:2014 (przy największym obciążeniu stacji ruchem telekomunikacyjnym). Pomiary te wykonują operatorzy wspólnie z akredytowanymi laboratoriami.</p> <p>Pomiary realizowane w ramach monitoringu PEM są wykonywane przez Regionalne Inspektoraty Zdrowia zgodnie z metodyką pomiaru i oceny narażenia pól elektromagnetycznych emitowanych przez źródła radiokomunikacyjne, opracowaną przez zespół NCPHA.</p> <p>Zgodnie z tą metodyką w punktach pomiarowych, typowanych jako najbardziej istotne pod względem ekspozycji ludności na pole elektromagnetyczne, prowadzi się szerokopasmowy pomiar na wysokości pomiędzy 1,5 m a 1,8 m. W razie konieczności wykonuje się również pomiary selektywne lub monitoring 24 godzinny.</p>	<p>Wyniki pomiarów z monitoringu są przesyłane do NCPHA i nie są publicznie dostępne.</p> <p>NCPHA publikuje roczne raporty podsumowujące krótko (bez podawania wyników pomiarów) działania Ministerstwa Zdrowia, w tym zakresie: http://ncpha.government.bg/index.php?option=com_content&view=article&id=839:godishni-dokladi-deinost&catid=157&Itemid=657&lang=en</p>

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badania PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
4.	Czechy	Państwowa Inspekcja Zdrowia	Wyniki obliczeń (symulacji) lub pomiarów nowych instalacji lub po wprowadzeniu istotnych zmian.	<p>W Czechach nie prowadzi się monitoringu PEM.</p> <p>Przed rozpoczęciem użytkowania instalacji operatorzy przygotowują dokumentację wykazującą, za pomocą obliczeń lub pomiarów, zgodność z maksymalnymi dopuszczalnymi poziomami promieniowania niejonizującego w zakresie potencjalnego narażenia osób.</p>	<p>Dokumentacja z obliczeń (symulacji) lub pomiarów jest przesyłana do właściwego organu zajmującego się ochroną zdrowia publicznego (regionalnej stacji inspekcji zdrowia). Nie jest prowadzona ogólnokrajowa baza źródeł promieniowania niejonizującego.</p>
5.	Francja	Ministerstwo i Zdrowia Krajowa agencja ds. Częstotliwości Radiowych	Dane pochodzą ze stacji monitorujących poziomy PEM. Wyniki obliczeń (symulacji) lub pomiarów nowych instalacji lub po wprowadzeniu istotnych zmian.	<p>Pomiary wykonywane są na życzenie ludności.</p> <p>Protokół pomiarowy opiera się na zaleceniu ECC (02)04. Pomiary szerokopasmowe dla pojedynczego punktu wykonuje się na wysokości 1,5 m nad poziomem terenu. Stosuje się uśrednianie pomiaru w okresie co najmniej 6 minut. W zależności od wyniku pomiaru szerokopasmowego istnieje konieczność wykonania pomiarów selektywnych w dziedzinie częstotliwości oraz przeprowadzenia szczegółowej analizy poziomów poszczególnych składowych PEM.</p>	<p>Wyniki pomiarów prezentowane są w ogólnodostępnym serwisie internetowym w formie mapy punktów pomiarowych wraz ze zmierzonymi wartościami: https://www.cartoradio.fr/index.html#/cartographie/mesures</p>

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badania PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
6.	Grecja	Grecka Agencja Energii Atomowej (EEAE) Krajowe Obserwatorium Pól Elektromagnetycznych	Dane z pomiarów <i>ad hoc</i> dla częstotliwości radiowych i telewizyjnych oraz corocznych pomiarów, minimum 20% wybranych stacji bazowych.	System 500 stacji monitoringu stacjonarnego (pomiar szerokokopasmowe oraz selektywne) oraz 13 stacji mobilnych, zainstalowanych w pojazdach. Monitorowanie pasma w zakresie częstotliwości 100 kHz – 7 GHz. Zgodność z obowiązującymi przepisami jest monitorowana zarówno na etapie planowania jak i eksploatacji przez EEAE. Kontrole mogą być również wykonywane na wniosek osób trzecich.	Wyniki pomiarów prezentowane są przez Krajowe Obserwatorium Pól Elektromagnetycznych: https://paratiritirioemf.eeae.gr/index.php?lang=en oraz internetowym system Fedion24: http://www.pedion24.gr/en/index_en.jsp Wyniki prezentowane w postaci tabeli oraz mapy punktów pomiarowych.
7.	Hiszpania	Rząd Katalonii Komisja ds. Środowiska, Publicznej Infrastruktury Sanitarnej i Bezpieczeństwa Żywnościowego	Dane pochodzące z pomiarów natężenia PEM od urządzeń zlokalizowanych na stałe w różnych lokalizacjach.	Na terenie kraju prowadzony jest ciągły monitoring natężenia PEM w stałych punktach przez urządzenie pracujące w sieci SMFR. Wykonywany jest pomiar selektywny w pasmach 900 MHz, 1800 MHz i 2100 MHz oraz szerokopasmowy, w paśmie 100 kHz do 8 GHz. Stosuje się uśrednianie pomiaru w okresie co najmniej 6 minut.	Wyniki pomiarów PEM uzyskiwane z urządzeń funkcjonujących w sieci SMRF są kategoryzowane w zależności od środowiska, w którym były wykonywane pomiary (np. szkoły, domy spokojnej starości, parki) i następnie prezentowane dla ogółu ludności w serwisie internetowym w postaci mapy przedstawiającej lokalizacje punktów pomiarowych wraz z wynikami pomiarów: http://radioelectricgovernance.gencat.cat/en/web/guest/home

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badania PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
8.	Irlandia	Komisja ds. Regulacji Komunikacji (ComReg) Department Środowiska, Społeczności i Samorządu Lokalnego	Wyniki pomiarów promieniowania niejonizującego w punktach o najwyższej wartości natężenia PEM w obszarze dostępnym dla ogółu ludności realizowanych przez Komisję ds. Regulacji Komunikacji (ComReg).	Szczegółowa metodyka pomiarowa została opisana w dokumencie ComReg 08/51R3, który zawiera wiele metod i procedur pomiarowych opisanych w normie EN 50492:2008 +A1:2014 oraz zaleceniu ECC (02)04. Pomiary szerokopasmowe dla pojedynczego punktu wykonuje się na wysokości 1,5 m nad poziomem terenu. Stosuje się uśrednianie pomiaru w okresie co najmniej 6 minut. W zależności od wyniku pomiaru szerokopasmowego istnieje konieczność wykonania pomiarów selektywnych w dziedzinie częstotliwości oraz przeprowadzenia szczegółowej analizy poziomów poszczególnych składowych PEM.	Wyniki pomiarów uzyskane dla danego systemu telekomunikacyjnego w określonej lokalizacji są prezentowane w formie raportu. Raporty są dostępne na stronie: www.comreg.ie . Raporty zawierają m.in. wyniki pomiarów PEM powiązane z wartościami odniesienia zgodnymi z wytycznymi ICNIRP. Przykładowy raport z przeprowadzonych pomiarów: https://www.comreg.ie/media/2018/03/Dublin-3-CYMC-Hall-Fa-irview-1766_5.pdf

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badania PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
9.	Litwa	Urząd Regulacji Łączności Republiki Litewskiej (RRT), Ministerstwo Zdrowia Republiki Litewskiej Krajowe Centrum Zdrowia Publicznego	Wyniki obliczeń (symulacji) lub pomiarów nowych instalacji i obiektów po rozbudowie. Dane z monitorowania PEM zgodnie z planem Krajowego Centrum Zdrowia Publicznego.	Pomiary natężenia pola są przeprowadzane w normalnych warunkach pracy, zgodnie z normą higieniczną HN 80, określająca szczegółowe warunki prowadzenia pomiarów. Przy uruchomieniu nowego obiektu stosuje się procedurę postępowania zatwierdzoną przez Ministra Zdrowia Republiki Litewskiej w 2.03.2011 r. Operator musi monitorować pole elektromagnetyczne zgodnie z planem koordynowanym z Krajowym Centrum Zdrowia Publicznego, zgodnie z procedurą ustanowioną w aktach prawnych.	Publiczne informacje na temat pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez stacje bazowe telefonii komórkowej są udostępniane przez rejonowe ośrodki zdrowia. Roczne dane z monitorowania są dostępne publicznie, tj. opublikowane na stronach internetowych, w lokalnej prasie lub innych mediach. Tabele z wynikami pomiarów i numerami protokołów są publikowane na portalu Ministerstwa Zdrowia: http://nvsc.lrv.lt/lt/paslaugos/informacijos-rinkmenos/radiotechniniu-objektu-elektromagnetines-spinduiuotes-matavimu-rezultatai
10.	Niemcy	Federalna Agencja Sieci ds. Energii Elektrycznej, Gazu, Telekomunikacji, Poczty i Koi (BNetzA)	Wyniki obliczeń (symulacji) lub pomiarów nowych instalacji i obiektów po rozbudowie. Dane z monitoringu realizowanego przez BNetzA.	Pomiary i obliczenia poziomów PEM w przypadku nowych lokalizacji i znaczących modyfikacji, prowadzone są według procedury certyfikacji lokalizacji stacji emitującej PEM w BNetzA i oparte są na normie DIN EN 50413:2009 określającej metody pomiarów i obliczeń ekspozycji ludzi w polach elektrycznych oraz procedury oceny ekspozycji. BNetzA, we współpracy z ministerstwami środowiska krajów federalnych, przeprowadza coroczną metrologiczną ocenę całkowitych emisji w 2000 lokalizacjach. Monitoring jest prowadzony przez 14 mobilnych urzędów pomiarowych przemieszczanych co parę miesięcy.	Wyniki zbiorcze statystyczne, były publikowane do 2014 r. na ogólnodostępnym portalu, w postaci mapy z zaznaczonymi punktami pomiarowymi i wynikami dostępnymi po kliknięciu w punkt pomiarowy: https://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/Default.aspx Aktualnie do bazy danych dostęp jest autoryzowany. Natomiast raporty z opisem lokalizacji i wynikami od 2015 r. włącznie są dostępne na portalu: https://emf.bundesnetzagentur.de/ams_standorte.html

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badanie PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
11.	Portugalia	Krajowy urząd ds. komunikacji; Instytut Ochrony Środowiska; Dyrekcja Generalna ds. Zdrowia	Wyniki pomiarów PEM od SBTK znajdujących się w środowisku przebywania człowieka. Pomiary wykonywane są przez operatorów i ANACOM (podczas planowania oraz uruchamiania stacji).	<p>Pomiary dla stacji, które rozpoczęły działanie w danym okresie sprawozdawczym wykonywane są przez operatora zgodnie z wytycznymi ANACOM i zgodnie z rozporządzeniem nr 96-A/2007. Metodyka pomiarowa bazuje na metodzie opisanej w zaleceniu ECC (02)04.</p> <p>Pomiary szerokopasmowe dla pojedynczego punktu wykonuje się na wysokości 1,5 m nad poziomem terenu. Stosuje się uśrednianie pomiaru w okresie co najmniej 6 minut. W zależności od wyniku pomiaru szerokopasmowego istnieje konieczność wykonania pomiarów selektywnych w dziedzinie częstotliwości oraz przeprowadzenia szczegółowej analizy poziomów poszczególnych składowych PEM.</p>	Wyniki są przekazywane przez operatorów, co najmniej raz na kwartał, do ANACOM, Ministerstwa Zdrowia oraz rad gmin, w których były wykonywane pomiary. Brak informacji o udostępnianiu wyników dla społeczeństwa.

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badanie PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
12.	Serbia	Ministerstwo Środowiska i Planowania Przestrzennego, RATEL – Serbski Urząd Regulacyjny ds. Telekomunikacji	Wyniki obliczeń (symulacji) lub pomiarów nowych instalacji i obiektów po rozbudowie. Wyniki z systemu monitoringu SEMONT.	W przypadku nowych instalacji lub rozbudowy, wymagane jest złożenie do RATEL deklaracji zgodności z dopuszczalnymi wartościami granicznymi. Dla miejsc o zwiększonej wrażliwości (spodziewana emisja o poziomie przekraczającym wartość graniczną o ponad 10%) przedstawiane są obliczenia i wykonywane pomiary (w ciągu 30 dni od uruchomienia). Instalacje zakwalifikowane do kategorii „instalacja specjalna”, powinny być poddawane pomiarom kontrolnym co dwa lata. Kontrole zgodności są przeprowadzane przez zewnętrzne instytuty badawcze posiadające wymagane Rozporządzeniem uprawnienia kontrolne. Pomiary w ramach systemu monitoringu SEMONT, wykonywane są z wykorzystaniem przyrządów pomiarowych firmy NARDA.	Raporty z monitoringu dla poszczególnych instalacji dostępne są na portalu: http://emf.ratel.rs/

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badania PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
13.	Słowacja	<p>Ministerstwo Zdrowia Republiki Słowackiej;</p> <p>VUJE a.s. – Słowacki Instytut Badawczy</p>	<p>Pomiary i obliczenia wykonywane przez operatorów w ramach kontroli zgodności oraz przeglądów, kierowanych przez Ministerstwo Zdrowia i władze regionalne, o charakterze prewencyjnym, jak i represyjnym (w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości).</p> <p>Do 2015 r. wyniki z systemu monitoringu PEM realizowanego przez VUJE a.s. w ramach projektu badawczego, w Programie Operacyjnym Badań i Rozwoju, Działanie 2.2 Transfer wiedzy i technologii nabytych przez badania i rozwój.</p>	<p>Kontrolne zgodności są przeprowadzane przez operatorów systemów lub zewnętrzne akredytowane laboratoria.</p> <p>W obliczeniach uwzględniane są emisje wytwarzane przez sąsiednie instalacje wysokiej częstotliwości, jeżeli w znaczącym stopniu zwiększają wynik globalny dla rozważanej lokalizacji. Wymaga się także odpowiedniego uwzględnienia niepewności w wyniku obliczeń.</p> <p>System monitoringu PEM działał w latach 2011-2015, w ramach realizowanego projektu badawczego wykorzystującego stacje monitorujące AMS-8060 firmy NARDA instalowane na dachach budynków.</p>	<p>Raporty z monitoringu (uzyskane w ramach realizowanego w latach 2011-2015 projektu) dla poszczególnych instalacji dostępne są na portalu: http://www.emp.vuje.sk</p> <p>Na szczegółowej mapie, z wykorzystaniem kolorowych symboli, zaznaczone są obiekty radiowe, stacje pomiarowe oraz zarejestrowane wartości PEM. Po kliknięciu w symbol oznaczający obiekt radiowy dostępne są informacje o jego danych technicznych oraz współrzędnych geograficznych i wynik natężenia pola elektromagnetycznego w postaci cyfrowej. Po kliknięciu w symbol oznaczający stację pomiarową otrzymuje się wyniki monitoringu w funkcji czasu.</p>

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badania PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
14.	Słowenia	Ministerstwo Środowiska i Planowania Przestrzennego, INIS – Instytut Promieniowania Niejonizującego	<p>Pomiary i obliczenia wykonywane przez operatorów w przypadku uruchomienia lub rozbudowy instalacji.</p> <p>Pomiary kontrolne wykonywane w trakcie eksploatacji instalacji i weryfikowane przez regionalne biuro podległe ministerstwu ochrony środowiska.</p>	<p>W przypadku uruchomienia lub rozbudowy instalacji operator składa raport w zakresie zgodności z wymaganiami. Raport weryfikuje regionalne biuro podległe ministerstwu ochrony środowiska. W przypadku wątpliwości może zarządzić badania kontrolne. Zgodność z wartościami granicznymi można ocenić zarówno na podstawie pomiarów, jak i obliczeń.</p> <p>Pomiary kontrolne są wykonywane w miejscach, w których należy się spodziewać szczególnie wysokich wartości natężenia PEM. Pomiary kontrolne instalacji o mocy wyjściowej nadajnika powyżej 600 W wykonywane są co 3 lata.</p> <p>Pomiary powinny być wykonywane przy dużym obciążeniu stacji ruchem telekomunikacyjnym, zgodnie z obowiązującymi na Słowenii regulacjami prawnymi i normami SIST EN 50492:2009 +A1:2014, SIST ENV 50166-2:1995, IEEE Std C95.3-2002 określającymi praktyki w zakresie pomiarów i obliczeń. Podczas porównania wyników pomiarów z wartościami dopuszczalnymi, niepewność pomiarów nie jest dodawana do wartości zmierzonych.</p>	<p>Na portalu INIS: http://www.inis.si, w zakładce e-karta EMS publikowane są na mapie informacje o lokalizacji stacji nadawczych, w tym SBTK, symulacje poziomu PEM i wyników pomiarów.</p>

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badania PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
15.	Szwecja	Szwedzki Urząd ds. Bezpieczeństwa Radiacyjnego	<p>Wyniki pomiarów prowadzonych w przypadku przeprowadzania kontroli (np. w związku ze skargami mieszkańców) dotyczących emisji w pobliżu radiowych stacji nadawczych.</p> <p>Kontrola może mieć miejsce zarówno na etapie planowania, jak i podczas pracy instalacji. Szczegółowe ustalenia dotyczące kontroli nie są dostępne.</p>	<p>W Szwecji nie prowadzi się ciągłego monitoringu radiowych stacji nadawczych. Wobec braku wiążących przepisów dotyczących ochrony przeciw PEM przeglądy nie są obowiązkowe.</p> <p>W przypadku prowadzenia kontroli dotyczących emisji w pobliżu radiowych stacji nadawczych pomiary są wykonywane głównie przez operatora lub przez zewnętrzne firmy badawcze.</p> <p>Pomiary wykonuje się przy najwyższym eksploatacyjnym wykorzystaniu instalacji z uwzględnieniem innych źródeł. Niepewność pomiaru nie jest uwzględniana.</p>	Brak informacji na temat prezentacji wyników z pomiarów.

Lp.	Państwo	Organy zaangażowane w badania PEM	Źródła danych pomiarowych	Rodzaje badań, stosowane metody działań w zakresie kontroli poziomów PEM, sposoby pomiaru, przyrządy pomiarowe, metodyki	Prezentacja wyników
16.	Wielka Brytania	OFCOM; Krajowa Rada Ochrony Radiologicznej (NRPB)	Wyniki pochodzą z okresowych audytów istniejących SBTK, prowadzonych przez OFCOM. Brak informacji o harmonogramie przeprowadzania audytów.	<p>Informacje dotyczące metodologii i sprzętu pomiarowego dostępne są w raportach sporządzanych przez OFCOM.</p> <p>Wykonywane są pomiary selektywne poszczególnych systemów przyrządem pomiarowym NARDA SRM 3006, zgodnie z zaleceniem ECC (02)04.</p> <p>Pomiary szerokopasmowe dla pojedynczego punktu wykonuje się na wysokości 1,5 m nad poziomem terenu. Stosuje się uśrednianie pomiaru w okresie co najmniej 6 minut. W zależności od wyniku pomiaru szerokopasmowego istnieje konieczność wykonania pomiarów selektywnych w dziedzinie częstotliwości oraz przeprowadzenia szczegółowej analizy poziomów poszczególnych składowych PEM.</p>	<p>Wyniki pomiarów w formie raportu udostępniane są publicznie online w serwisie OFCOM: https://www.ofcom.org.uk/spectrum/information/mobile-operational-enquiries/mobile-base-station-audits</p> <p>Raport zawiera wartości procentowe dopuszczalnego poziomu pola elektromagnetycznego dla poszczególnych systemów.</p>
17.	Włochy	Ministerstwo Komunikacji; Regionalna Agencja ds. Ochrony Środowiska	Wyniki pomiarów wykonanych przez urządzenie działające w sieci monitorującej Regionalnej Agencji ds. Ochrony Środowiska oraz pomiary nowopowstałych instalacji.	<p>Pomiar PEM dla nowych instalacji wykonywany jest w ciągu 6 minut na obszarze odpowiadającym przekrojowi pionowemu ludzkiego ciała. Wykorzystywane są urządzenia pomiarowe umożliwiające wykonywanie pomiarów szerokopasmowych i selektywnych.</p>	<p>Wyniki pomiarów udostępniane są publicznie online: http://castel.arpalombardia.it/castel/viewer/selezionaMappa.aspx?codFunzione=01.</p> <p>Wyniki są prezentowane na mapie przedstawiającej lokalizację punktów pomiarowych wraz z wynikami pomiarów.</p>

3. PRAWO UE ZWIĄZANE Z PEM

Na początku lat 90-tych XX wieku Światowa Organizacja Zdrowia (ang. WHO) podjęła prace badawcze w zakresie biologicznych skutków oddziaływania fal o częstotliwościach radiowych. W 1998 r. Międzynarodowa Komisja Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym (ang. ICNIRP) we współpracy z WHO, określiła wytyczne „Guidelines for limiting exposure to timevarying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)” [1] dotyczące ograniczenia narażenia na PEM o częstotliwości do 300 GHz, mające zapewnić ochronę przed znanymi niekorzystnymi efektami zdrowotnymi. Na podstawie tych wytycznych opracowano zalecenie Rady Europejskiej „Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)” [2], w sprawie ograniczania ekspozycji ludności w polu elektromagnetycznym o częstotliwościach od 0 Hz do 300 GHz nr 1999/519/EC, przyjęte 12 lipca 1999 r., zwane zazwyczaj w skrócie zaleceniem 1999/519/EC, które jest traktowane jako podstawowy akt Unii Europejskiej odnoszący się do ochrony ludności przed PEM.

W zaleceniu 1999/519/EC zdefiniowano dwie wielkości: ograniczenia podstawowe (ang. Basic restrictions) odnoszące się do zjawisk bezpośrednio występujących w organizmach ludzi oraz poziomy odniesienia (ang. Reference levels) określone ze względu na potrzeby praktycznej oceny (czyli pomiaru) ryzyka przekroczenia ograniczeń podstawowych ekspozycji na PEM w środowisku.

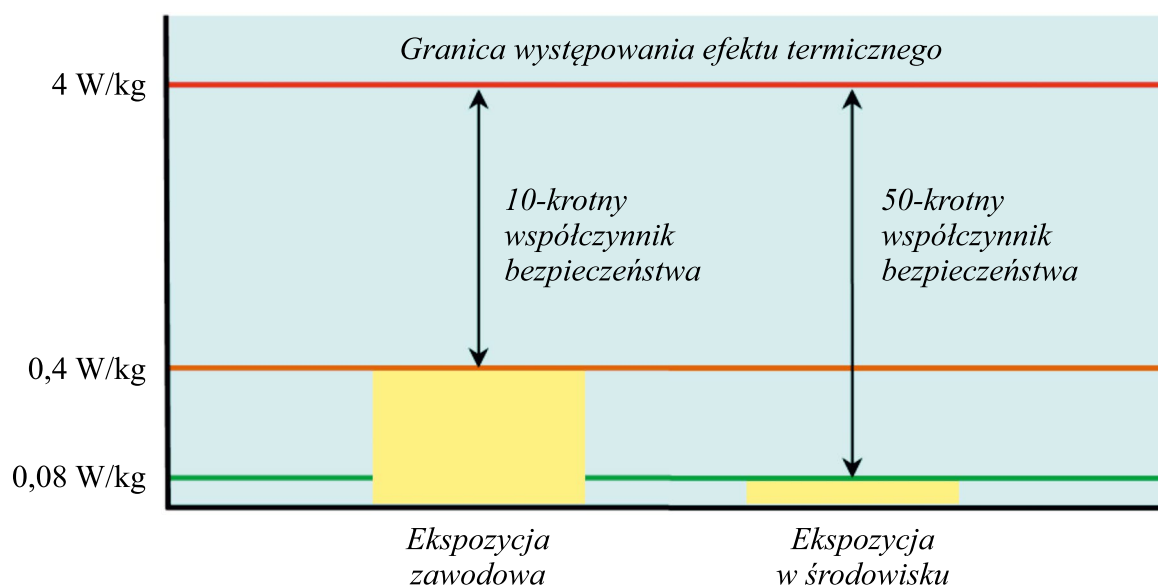
W zakresie częstotliwości radiowych od 10 MHz do 10 GHz ograniczenia podstawowe określone są poprzez współczynnik SAR wyrażany w [W/kg], który jest miarą tempa pochłaniania energii elektromagnetycznej zamienianej w tkankach organizmu człowieka na ciepło, a w praktyce oznacza moc pochłanianą przez jednostkę masy ciała w określonym czasie. Ustalono następujące wartości graniczne SAR, uśredniane w ciągu 6 minut:

- dla całego ciała człowieka – wartość uśredniona: 0,08 W/kg,
- dla narażenia miejscowego – głowa i tułów: 2 W/kg,
- dla narażenia miejscowego – kończyny: 4 W/kg.

Wartość graniczna SAR = 0,08 W/kg, uśredniona dla całego ciała człowieka, została określona z uwzględnieniem współczynnika bezpieczeństwa o wartości 50, który został osiągnięty w następujący sposób:

- jako odniesienie przyjęto wartość SAR = 4 W/kg uśrednianą w ciągu 6 minut, wskazaną w wytycznych ICNIRP, skutkującą możliwym efektem termicznym polegającym na przyroście temperatury ciała nie więcej niż o 1°C;
- przyjęto 10-krotny współczynnik bezpieczeństwa, uzyskując w ten sposób wartość SAR dopuszczalną dla ekspozycji zawodowej i zapewniającą wystarczająco duży margines bezpieczeństwa: $SAR = 0,1 \times 4 \text{ W/kg} = 0,4 \text{ W/kg}$;
- następnie przyjęto jeszcze 5-krotny współczynnik bezpieczeństwa, uzyskując w ten sposób wartość SAR dopuszczalną dla ciągłej ekspozycji środowiskowej:
 $SAR = 0,2 \times 0,4 \text{ W/kg} = 0,08 \text{ W/kg}$.

Ostatecznie współczynnik bezpieczeństwa, którego miarą jest wartość SAR skutkująca możliwym wzrostem temperatury ciała nie więcej niż o 1°C odniesiona do średniej wartości SAR dla całego ciała człowieka, wynosi $4 \text{ W/kg} : 0,08 \text{ W/kg} = 50$. Porównanie dopuszczalnej wartości współczynnika SAR dla ekspozycji zawodowej (0,4 W/kg) i ekspozycji w środowisku (0,08 W/kg) z wartością graniczną występowania efektu termicznego (4 W/kg) oraz związane z tym współczynniki bezpieczeństwa przedstawiono na Rys. 1.



Rys. 1 Porównanie dopuszczalnej wartości współczynnika SAR dla ekspozycji zawodowej oraz ekspozycji w środowisku z wartością graniczną występowania efektu termicznego – współczynniki bezpieczeństwa

Poziomy odniesienia są ściśle związane z ograniczeniami podstawowymi. Zostały wyznaczone w taki sposób, że niezależnie od czasu przebywania w obszarze, w którym dotrzymane są wymagania określone dla poziomów odniesienia, skutki ekspozycji na PEM nie przekroczą ograniczeń podstawowych. Inaczej ujmując: jeśli nie wystąpi przekroczenie poziomu odniesienia, to z całą pewnością nie wystąpi także przekroczenie ograniczenia podstawowego wskazanego w zaleceniu 1999/519/EC [2]. Poziomy odniesienia w zakresie częstotliwości radiowych określone są poprzez wielkości mierzalne, m.in.: wartość skuteczną natężenia składowej elektrycznej pola E wyrażaną w [V/m] oraz wartość gęstości mocy S wyrażaną w [W/m²]. Ustalono następujące poziomy odniesienia, wyrażone jako wartości dopuszczalne natężenia składowej elektrycznej pola E oraz gęstości mocy S, zależnie od zakresu częstotliwości radiowych:

- od 10 MHz do 400 MHz: $E = 28 \text{ V/m}$ oraz $S = 2 \text{ W/m}^2$;
- od 400 MHz do 2000 MHz: $E = 1,375 \times \sqrt{f} \text{ V/m}$ oraz $S = f/200 \text{ W/m}^2$;
- od 2 GHz do 300 GHz: $E = 61 \text{ V/m}$ oraz $S = 10 \text{ W/m}^2$.

Należy podkreślić, że powyższe poziomy odniesienia odnoszą się do wyników pomiarów PEM uśrednianych w okresie 6 minut.

Dla częstotliwości, w których pracują typowe stacje bazowe sieci komórkowych, można zatem określić poziomy odniesienia w środowisku, przedstawione w Tabl. 3.

Warto zauważyć, że PEM występujące w środowisku pracy w przypadku ekspozycji zawodowej (w sensie BHP), jest poddane łagodniejszym regulacjom niż w PEM występujące w środowisku (dotyczące ogółu ludności). Wynika to z przyjętych współczynników bezpieczeństwa przedstawionych na Rys. 1 (współczynnik bezpieczeństwa równy 10 w przypadku ekspozycji zawodowej, współczynnik bezpieczeństwa równy 50 w przypadku ekspozycji w środowisku). Minimalne wymagania w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczące narażenia pracowników na zagrożenia spowodowane czynnikami fizycznymi (polami elektromagnetycznymi) reguluje Dyrektywa 2013/35/EU z dnia 26 czerwca 2013 r. Zgodnie z Załącznikiem III: Skut-

ki termiczne; Graniczne poziomy oddziaływania i interwencyjne poziomy narażenia dotyczące przedziału częstotliwości od 100 kHz do 300 GHz, dopuszczalna wartość SAR uśrednionego w ciele, w dowolnym okresie 6 minut, nie może przekraczać 0,4 W/kg, a więc również jest zgodna z wytycznymi ICNIRP z 1998 r. w odniesieniu do ekspozycji zawodowej w miejscu pracy. W Załączniku III określono także wartości dopuszczalne natężenia składowej elektrycznej pola E oraz gęstości mocy S, zależnie od zakresu częstotliwości radiowych:

- od 10 MHz do 400 MHz: $E = 61 \text{ V/m}$;
- od 400 MHz do 2000 MHz: $E = 3 \times \sqrt{f} \text{ V/m}$;
- od 2 GHz do 6 GHz: $E = 140 \text{ V/m}$;
- od 6 GHz do 300 GHz: $E = 140 \text{ V/m}$ oraz $S = 50 \text{ W/m}^2$.

Tabl. 3 Poziomy odniesienia w środowisku: natężenie pola E oraz gęstości mocy S dla typowych częstotliwości stosowanych w sieciach komórkowych, określone na podstawie zalecenia 1999/519/EC.

Poziom odniesienia	Częstotliwość [MHz]				
	800	900	1800	2100	2600
Natężenie pola E [V/m]	38,9	41,3	58,3	61,0	61,0
Gęstość mocy S [W/m ²]	4,0	4,5	9,0	10,0	10,0

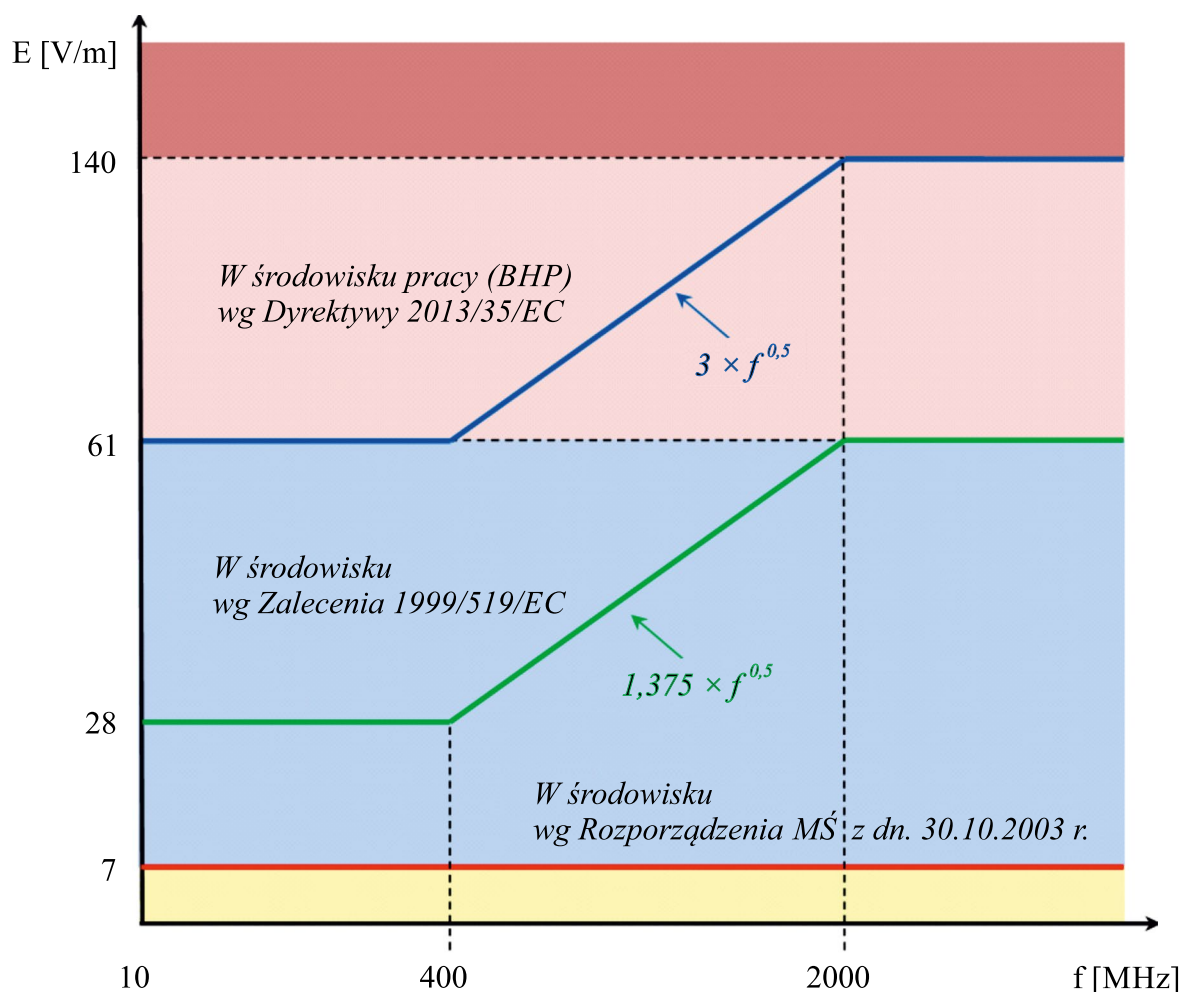
Porównanie dopuszczalnej wartości dla ekspozycji zawodowej w środowisku pracy (BHP) oraz ekspozycji w środowisku określonej wg zalecenia 1999/519/EC oraz wg Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. przedstawiono na Rys. 2.

Zalecenie 1999/519/EC [2], jako zbiór wytycznych, stało się podstawą do określenia dopuszczalnych wartości poziomów PEM w środowisku w przepisach krajowych państw członkowskich Unii Europejskiej. Należy zauważyć, że państwa członkowskie, odpowiadając za ochronę swoich obywateli, mogą ustanawiać własne – mniej lub bardziej rygorystyczne – ograniczenia niż zdefiniowane w zaleceniu 1999/519/EC.

W następujących krajach:

- Czechy,
- Cypr,
- Estonia,
- Finlandia,
- Francja,
- Hiszpania,
- Irlandia,
- Malta,
- Portugalia,
- Rumunia,
- Węgry,

zalecenie 1999/519/EC zostało transponowane do obowiązującego ustawodawstwa krajowego lub polityki krajowej, co skutkuje tym, że w tych krajach muszą być stosowane zarówno ograniczenia podstawowe jak i poziomy odniesienia. W Niemczech i na Słowacji poziomy odniesienia zgodne z zaleceniem 1999/519/EC stały się prawnymi granicami narażenia na PEM



Rys. 2 Porównanie dopuszczalnej wartości dla ekspozycji zawodowej w środowisku pracy (BHP) oraz ekspozycji w środowisku określonej wg zalecenia 1999/519/EC oraz wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r.

w środowisku. We Francji obowiązuje ponadto ograniczenie regionalne – w Paryżu ustalono wartość dopuszczalną poziomu PEM w środowisku znacznie bardziej rygorystyczną niż wartości przyjęte dla całego terytorium Francji.

W następujących krajach:

- Austria,
- Dania,
- Holandia,
- Łotwa,
- Szwecja,
- Wielka Brytania,

zalecenie 1999/519/EC nie zostało transponowane do obowiązującego ustawodawstwa krajowego lub polityki krajowej, co skutkuje tym, że wymagania wynikające z tego zalecenia, jak również wytyczne ICNIRP, nie są wiążące, w wyniku czego stosowane są łagodniejsze ograniczenia w zakresie ochrony środowiska przed oddziaływaniem PEM lub takie regulacje w ogóle nie obowiązują. Skutkiem tego, w niektórych krajach (np. w Holandii i Wielkiej Brytanii), firmy telekomunikacyjne dobrowolnie zobowiązały się do przestrzegania, w miejscach dostępnych dla ludności, wartości poziomów odniesienia zgodnych z zaleceniem 1999/519/EC.

W następujących krajach:

- Belgia,
- Bułgaria,
- Chorwacja,
- Grecja,
- Litwa,
- Luksemburg,
- Polska,
- Włochy,

zostały przyjęte uregulowania prawne ustanawiające surowsze ograniczenia w zakresie ochrony środowiska przed oddziaływaniem PEM, oparte na zasadzie ostrożności i / lub na skutek presji publicznej.

Szczegółowe informacje na temat dopuszczalnych wartości poziomów PEM w środowisku w poszczególnych państwach członkowskich UE oraz w wybranych państwach spoza UE przedstawiono w rozdziale 4.

4. DOPUSZCZALNE WARTOŚCI POZIOMÓW PEM

W Tabl. 4 przedstawiono wartości dopuszczalne ekspozycji na PEM w miejscach dostępnych dla ludności w krajach członkowskich UE i wybranych krajach uprzemysłowionych spoza UE (stan aktualny na lipiec 2017 r.).

Źródłem tabeli jest dokument opracowany jako część projektu zleconego przez holenderskie Ministerstwo Infrastruktury i Środowiska oraz Ministerstwo Spraw Społecznych i Pracy: „Comparison of international policies on electromagnetic fields (power frequency and radio-frequency fields)”, Holandia, Styczeń 2018 [3]. Informacje zawarte w tym dokumencie zostały pozyskane z przeglądu rządowych i naukowych stron internetowych, publikacji naukowych, podsumowań politycznych innych organizacji i osobistych kontaktów z ekspertami. Ostatnia aktualizacja informacji pochodzi z okresu od stycznia do lipca 2017 r.

Wartości dopuszczalne przedstawione w Tabl. 4 odnoszą się do wartości skutecznych (RMS).

Uwaga: Przyjęto dodatkowe oznaczenia:

- Czcionka normalna: poziom odniesienia dla pola zewnętrznego, wg rozumienia jak w zaleceniu 1999/519/EC [2], wyprowadzony z ograniczeń podstawowych; stosowanie jest obowiązkowe, chyba że wartość podano w nawiasach kwadratowych.
- Czcionka pochylona (*italic*): obowiązkowe wartości dopuszczalne ekspozycji na pole zewnętrzne poza ciałem.

Tabl. 4 Wartości dopuszczalne ekspozycji na PEM

Kraj	Sieci energetyczne 50 Hz		900 MHz		1800 MHz		2100 MHz	
	Natężenie pola elektrycznego (V/m)	Indukcja magnetyczna (μT)	Natężenie pola elektrycznego (V/m)	Równoważna gęstość mocy fali płaskiej (W/m^2)	Natężenie pola elektrycznego (V/m)	Równoważna gęstość mocy fali płaskiej (W/m^2)	Natężenie pola elektrycznego (V/m)	Równoważna gęstość mocy fali płaskiej (W/m^2)
Zalecenie 1999/519/EC	5000	100	41	4,5	58	9	61	10
Austria	[5000]	[100] ³	[41]	[4,5]	[58]	[9]	[61]	[10]
Belgia	–	10 ⁴	21 ⁵ 3 ⁶ 3 ⁷ –	– – – 0,096 ⁸	29 ⁵ 4,2 ⁶ 3 ⁷ –	– – – 0,19 ⁸	31 ⁵ 4,5 ⁶ 3 ⁷ –	– – – 0,22 ⁸
Bułgaria	– ⁹	– ⁹	–	0,1	–	0,1	–	0,1
Cypr	[5000]	[100]	41	4,5	58	9	61	10
Czechy	2000	200	41	4,5	58	9	61	10
Dania	– ¹⁰	– ¹⁰	–	–	–	–	–	–
Estonia	5000	100	41	4,5	58	9	61	10
Finlandia	[5000]	[100] ¹¹	41	4,5	58	9	61	10
Francja	5000 ¹²	100 ¹²	41 ¹³	4,5 ¹³	58 ¹³	9 ¹³	61 ¹³	10 ¹³

3 W przypadku nowych linii energetycznych wymagających oceny oddziaływania na środowisko władze zwykle wymagają zgodności z wartością dopuszczalną 1 μT obowiązującą w Szwajcarii.

4 Regulacje regionalne; Flandria: wartość dopuszczalna dla środowiska wewnętrznego 10 μT , zalecenie rządu dla nowych sytuacji w pobliżu linii energetycznej 0,4 μT ; Bruksela: 0,4 μT w pobliżu nowych transformatorów i 100 μT w pobliżu istniejących transformatorów; Walonia: 5000 V / m i 100 μT w pobliżu transformatorów.

5 Dla miejsc ogólnie dostępnych we Flandrii.

6 We Flandrii: wartość dopuszczalna w miejscu pobytu, dla pojedynczej anteny.

7 W Walonii: dla pojedynczej anteny.

8 W Brukseli: wartość dopuszczalna na lokalizację.

9 Minimalna odległość do linii energetycznych i do systemów dystrybucji elektryczności, zróżnicowana wg napięcia; oddzielne regulacje dla ekranów wideo.
10 Duński Urząd ds. Zdrowia zaleca, aby nowe domy i nowe instytucje, w których przebywają dzieci, nie były budowane w pobliżu istniejących linii energetycznych, a nowe linie energetyczne nie powinny być budowane w pobliżu istniejących domów i instytucji, w których przebywają dzieci.

11 Urząd ds. Bezpieczeństwa Promieniowania zaleca unikanie budowy budynków mieszkalnych i pomieszczeń przeznaczonych dla dzieci w obszarach, gdzie indukcja magnetyczna przekracza 0,4 μT .

12 Dla nowych lub modyfikowanych instalacji; istnieje również rządowa rada dla władz lokalnych, aby nie tworzyć nowych placówek dla dzieci w strefach, w których indukcja magnetyczna przekracza 1 μT .

13 W Paryżu obowiązują odrębne regulacje regionalne, dalsze szczegóły przedstawiono w rozdziale 9.4.

Kraj	Sieci energetyczne 50 Hz		900 MHz		1800 MHz		2100 MHz	
	Natężenie pola elektrycznego (V/m)	Indukcja magnetyczna (μT)	Natężenie pola elektrycznego (V/m)	Równoważna gęstość mocy fali płaskiej (W/m^2)	Natężenie pola elektrycznego (V/m)	Równoważna gęstość mocy fali płaskiej (W/m^2)	Natężenie pola elektrycznego (V/m)	Równoważna gęstość mocy fali płaskiej (W/m^2)
Grecja	5000	100	32 ¹⁴ 35 ¹⁵	2,7 ¹⁴ 3,1 ¹⁵	45 ¹⁴ 49 ¹⁵	5,4 ¹⁴ 6,3 ¹⁵	47 ¹⁴ 51 ¹⁵	6 ¹⁴ 7 ¹⁵
Hiszpania	5000 ¹⁶	100 ¹⁶	41	4,5	58	9	61	10
Holandia	5000 ¹⁷	100 ¹⁷	-	-	-	-	-	-
Irlandia	5000 ¹⁸	100 ¹⁸	41	4,5	58	9	61	10
Litwa	500 ¹⁹	20 ¹⁹	-	0,45	-	0,9	-	1
Łotwa	-	-	-	-	-	-	-	-
Luksemburg	5000 ²⁰	100 ²⁰	41 ²¹	4,5	58 ²¹	9	61 ²¹	10
Malta	[5000]	[100]	41	4,5	58	9	61	10
Niemcy	5000 ²²	100 ²²	41	4,5	58	9	61	10
Polska	1000	75	7	0,1	7	0,1	7	0,1
Portugalia	5000	100	41	4,5	58	9	61	10
Rumunia	5000	100	41	4,5	58	9	61	10
Słowacja	5000	100	41	4,5	58	9	61	10
Słowenia	500 ²³	10 ²³	13 ²³	0,45 ²³	18 ²³	0,9 ²³	19 ²³	1 ²³

14 Dla tzw. „lokalizacji wrażliwych” (szkoły, przedszkola, szpitale, domy opieki) położonych bliżej niż 300 m względem stacji bazowych.

15 Dla pozostałych lokalizacji.

16 Brak wiążących krajowych wartości dopuszczalnych dla pól 50 Hz, w praktyce przedsiębiorstwa energetyczne i władze stosują wartości dopuszczalnych wg zalecenia 1999/519/EC.

17 Obowiązuje zalecenie ministerialne: nie stwarzać nowych miejsc długoterminowego pobytu dzieci w polu magnetycznym o wartości indukcyjnej powyżej 0,4 μT wokół napowietrznych linii energetycznych, w innych obowiązuje wartości dopuszczalnych wg zalecenia 1999/519/EC.

18 W przypadku nowej infrastruktury energetycznej przedsiębiorstwa państwowe i deweloperzy energetyczni muszą przestrzegać wymagań ICNIRP i związanych z nimi zaleceń UE jako nieodłącznego elementu procesu planowania.

19 Ograniczenie wewnątrz budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej; ograniczenia dla środowiska poza budynkami mieszkalnymi i użyteczności publicznej 1000 V/m, 40 μT .

20 Wartości bezpieczeństwa dla linii energetycznych; dla nowych instalacji istnieją także dobrowolne minimalne odległości do linii energetycznych.

21 Wartość dopuszczalna w miejscu pobytu, dla pojedynczej anteny, dotyczy anten o mocy 100 W i wyżej.

22 W przypadku nowych lub modyfikowanych instalacji wyczerpują się wszystkie możliwości minimalizacji pól elektromagnetycznych; nowe linie elektroenergetyczne o napięciu powyżej 220 kV nie mogą obejmować budynków przeznaczonych do długotrwałego pobytu ludzi.

23 Ma zastosowanie dla domów, szpitali, ośrodków zdrowia, budynków publicznych, budynków turystycznych, szkół, żłobków, placów zabaw, parków, terenów rekreacyjnych; poza tym wartości dopuszczalne dla zewnętrznych natężeń pola elektrycznego i magnetycznego są zgodne z poziomami odniesienia ustalonymi w zaleceniu 1999/519/EC; dla częstotliwości prądu elektrycznego ograniczenia mają zastosowanie jedynie dla nowych lub modyfikowanych źródeł (promieniowania).

Kraj	Sieci energetyczne 50 Hz		900 MHz		1800 MHz		2100 MHz	
	Natężenie pola elektrycznego (V/m)	Indukcja magnetyczna (μT)	Natężenie pola elektrycznego (V/m)	Równoważna gęstość mocy fali płaskiej (W/m^2)	Natężenie pola elektrycznego (V/m)	Równoważna gęstość mocy fali płaskiej (W/m^2)	Natężenie pola elektrycznego (V/m)	Równoważna gęstość mocy fali płaskiej (W/m^2)
Szwecja	[5000]	[100]	[41]	[4,5]	[58]	[9]	[61]	[10]
Węgry	5000	100	41	4,5	58	9	61	10
W. Brytania	[9000]	[360]	[41]	[4,5]	[58]	[9]	[61]	[10]
Włochy	-	3^{24} 10^{25} 100^{26}	6^{27} 20^{28}	$0,1^{27}$ 1^{28}	6^{27} 20^{28}	$0,1^{27}$ 1^{28}	6^{27} 20^{28}	$0,1^{27}$ 1^{28}
Australia	-	-	41	-	4,5	58	9	10
Rosja	500	5^{29} 10^{30} 20^{31} 100^{32}	-	$0,1$	-	$0,1$	-	$0,1$
Szwajcaria	-	1^{33}	4^{34}	-	6^{34}	-	6^{34}	-
U.S.A.	- ³⁵	- ³⁵	-	6	-	10	-	10

24 Dla nowych instalacji w pobliżu domów, szkół i placów zabaw, min. czas pobytu nie krótszy niż 4 godziny.

25 Dla istniejących instalacji w pobliżu domów, szkół i placów zabaw, min. czas pobytu nie krótszy niż 4 godziny.

26 W innych miejscach niż wymienione w przypisach [22] i [23].

27 W pobliżu domów i ich aneksów zewnętrznych, w szkołach i na placach zabaw, min. czas pobytu nie krótszy niż 4 godziny.

28 W innych miejscach niż wymienione w przypisie [25].

29 Wartość dopuszczalna w pomieszczeniach mieszkalnych, dziecięcych, przedszkolnych, powszechnego dostępu i medycznych.

30 Wartość dopuszczalna w lokalach niemieszkalnych.

31 Wartość dopuszczalna w obszarach zamieszkałych, na zewnątrz pomieszczeń.

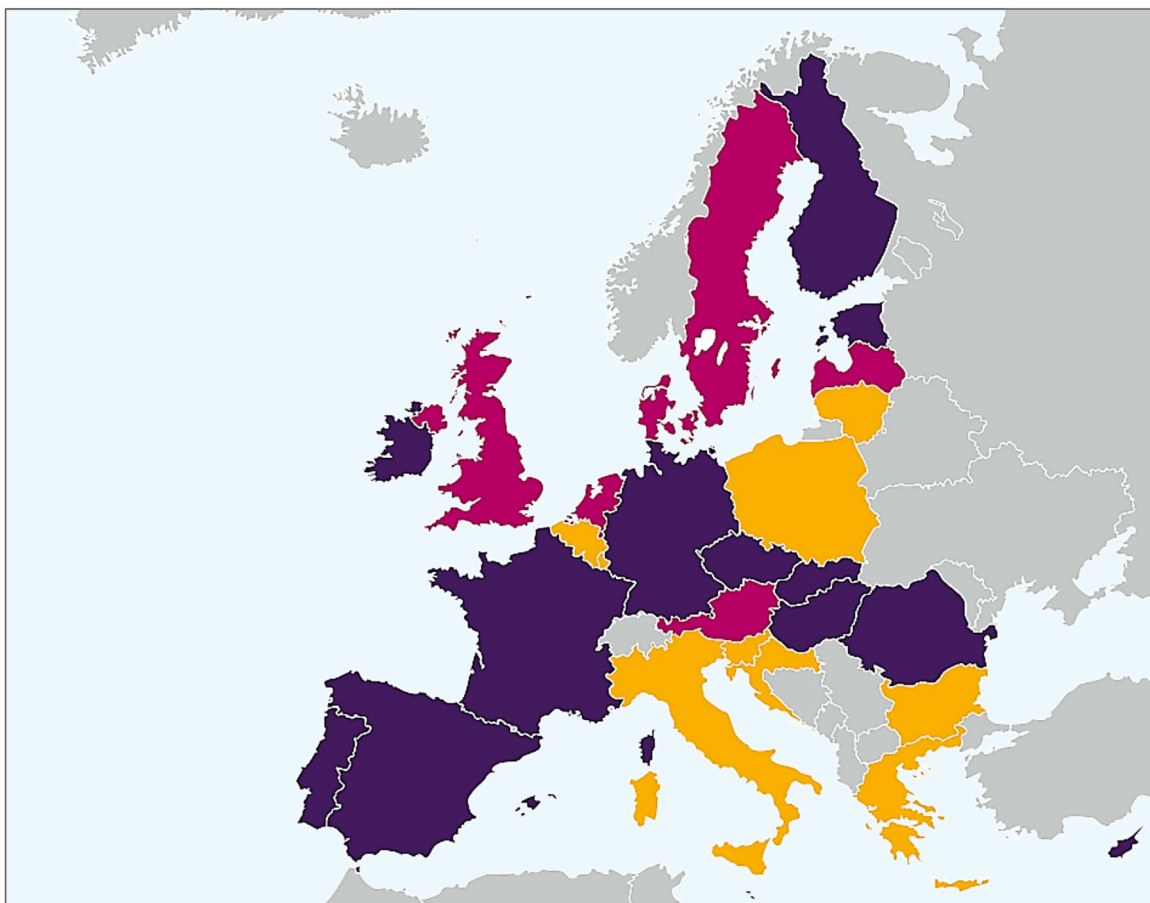
32 Wartość dopuszczalna w miejscach o znaczeniu szczególnym (budynki, w których osoby regularnie przebywają przez dłuższy czas, place zabaw) dla wszystkich instalacji wysokiego napięcia z wyjątkiem istniejących linii energetycznych; w innych przypadkach, we wszystkich miejscach dostępnych dla ludności, zastosowanie mają wartości graniczne wg załącznika 1999/519/EC.

33 Wartość dopuszczalna w miejscach o szczególnym znaczeniu (budynki, w których osoby regularnie przebywają przez dłuższy czas, place zabaw) dla poszczególnych instalacji antenowych; w innych przypadkach, we wszystkich miejscach dostępnych dla ludności, zastosowanie mają wartości graniczne wg załącznika 1999/519/EC.

34 Dotyczy częstotliwości sieci energetycznej 60 Hz. Nie ma regulacji federalnych; ograniczenia są ustanowione w niektórych stanach, inne stany stosują politykę ostrożnego unikania (środki redukcji ekspozycji ludności z zastosowaniem racjonalnych kosztów).

35

Graficzne zobrazowanie dopuszczalnych wartości poziomów PEM w środowisku w poszczególnych krajach członkowskich UE oraz w wybranych krajach spoza UE przedstawiono na Rys. 3.



Rys. 3 Zobrazowanie dopuszczalnych poziomów PEM w środowisku w poszczególnych krajach europejskich [3]

Legenda:

- kolor fioletowy: obowiązujące dopuszczalne wartości PEM w środowisku są zgodne z poziomami odniesienia wskazanymi w zaleceniu 1999/519/EC [2];
- kolor różowy: obowiązujące dopuszczalne wartości PEM w środowisku są łagodniejsze niż poziomy odniesienia wskazane w zaleceniu 1999/519/EC lub regulacje w ogóle nie obowiązują;
- kolor żółty: obowiązujące dopuszczalne wartości PEM w środowisku są ostrzejsze niż poziomy odniesienia wskazane w zaleceniu 1999/519/EC;
- kolor szary: kraje spoza UE.

5. BADANIA PEM W POLSCE

Badania i monitoring PEM w Polsce realizowany jest na kilka sposobów, w tym przede wszystkim w ramach:

- państwowego monitoringu środowiska, zgodnie z krajowym programem Państwowego Monitoringu Środowiska³⁶ i opracowywanymi na jego podstawie wojewódzkimi programami PMS [art. 23 ust. 3 pkt. 1. Ustawy o Inspekcji Ochrony Środowiska];

³⁶ Aktualnie obowiązuje i jest realizowany Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2016-2020. <http://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/pms>

a także:

- w ramach planowych kontroli podmiotów korzystających ze środowiska [art. 2 ust. 1 pkt. 1) Ustawy o Inspekcji Ochrony Środowiska];
- na uzasadniony wniosek organu samorządu terytorialnego, w ramach kontroli nieobjętych planem kontroli, w tym w ramach badań interwencyjnych [art. 17 ust. 3a Ustawy o Inspekcji Ochrony Środowiska];
- w procesie zgłoszeń instalacji radiokomunikacyjnych wytwarzających pola elektromagnetyczne [art. 122a ust. 1 Ustawy - Prawo ochrony środowiska];
- w ramach corocznych Kampanii pomiarowych PEM, realizowanych przez IŁ-PIB z inicjatywy MC.

5.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Organami realizującymi zadania w obszarze ochrony środowiska, m.in. w zakresie monitoringu pól elektromagnetycznych, są:

- Główny Inspektor Ochrony Środowiska – centralny organ administracji rządowej, nadzorowany przez Ministra Środowiska, realizujący m.in. zadania dotyczące badań i oceny środowiska w ramach programu państwowego monitoringu środowiska;
- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska – państwowa jednostka budżetowa, obsługująca i kierowana przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska;
- Inspekcja Ochrony Środowiska:
 - * powołana do kontroli przestrzegania przepisów o ochronie środowiska oraz badania i oceny stanu środowiska;
 - * kierowana przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska;
 - * koordynująca, poprzez swoje organy, działalność państwowego monitoringu środowiska, w tym: Główny Inspektor Ochrony Środowiska – zadania krajowe i regionalne oraz wojewódzcy inspektorzy ochrony środowiska w uzgodnieniu z Głównym Inspektorem Ochrony Środowiska – zadania lokalne;
- wojewódzcy inspektorzy ochrony środowiska – organy rządowej administracji zespolonej w województwie, kierujący działalnością Inspekcji Ochrony Środowiska na terenie województwa.

Podmiotami realizującymi zadania związane z badaniami pól elektromagnetycznych, są przedsiębiorcy prowadzący instalacje wytwarzające pola elektromagnetyczne oraz uprawnione podmioty (laboratoria akredytowane) realizujące na ich zlecenie pomiary poziomów pól elektromagnetycznych, zawsze bezpośrednio po rozpoczęciu użytkowania instalacji i każdorazowo w przypadku dokonywania zmian warunków pracy tej instalacji, o ile zmiany te mogą mieć wpływ na poziom emisji pól.

Począwszy od 2016 r., z inicjatywy Ministra Cyfryzacji, realizowane są Kampanie pomiarowe PEM obejmujące m.in. prowadzone przez IŁ-PIB pomiary poziomów pól elektromagnetycznych w otoczeniu instalacji antenowych stacji bazowych, mające na celu ocenę zgodności uzyskiwanych wyników z wartością dopuszczalną (7 V/m), określoną w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów.

5.2 Kluczowe akty prawne

Pierwsze polskie przepisy dotyczące ochrony przed polami elektromagnetycznymi zostały ustanowione w 1963 r. – było to Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 20 sierpnia 1963 r. w sprawie warunków zdrowia wymaganych od pracowników narażonych na działanie pola elektromagnetycznego mikrofal (MP 1963, nr 66, poz. 328). Następne uregulowania prawne:

- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 25 maja 1972 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu urządzeń wytwarzających pola elektromagnetyczne w zakresie mikrofalowym (Dz. U. 1972, nr 21, poz. 153),
- Rozporządzenie Ministrów Pracy, Płac i Spraw Socjalnych oraz Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 19 lutego 1977 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu urządzeń wytwarzających pola elektromagnetyczne w zakresie od 0,1 MHz do 300 MHz (Dz. U. 1977, nr 8, poz. 33),

dotyczyły zagadnień bezpośrednio związanych z występowaniem pól elektromagnetycznych w środowisku pracy, a więc z ekspozycją zawodową (BHP). Natomiast pierwsze regulacje prawne odnoszące się do pól elektromagnetycznych występujących w środowisku, w tym do ochrony ludności przed PEM, zostały zapisane w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 17 listopada 1980 r. w sprawie szczegółowych zasad ochrony przed elektromagnetycznym promieniowaniem niejonizującym szkodliwym dla ludzi i środowiska. Do ww. Rozporządzenia wydano dwa przepisy wykonawcze:

- Zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki z dnia 28 stycznia 1985 r. w sprawie szczegółowych wytycznych projektowania i eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych w zakresie ochrony ludzi i środowiska przed oddziaływaniem pola elektromagnetycznego (MP 1985, nr 3, poz. 24);
- Zarządzenie Ministra Łączności z dnia 26 marca 1986 r. w sprawie sposobu przeprowadzania pomiarów kontrolnych pól elektromagnetycznych i oceny ich wyników do celów ochrony środowiska (MP 1986, nr 13, poz. 90).

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 17 listopada 1980 r. wraz z zarządzeniami Ministra Górnictwa i Energetyki z dnia 28 stycznia 1985 r. oraz Ministra Łączności z dnia 26 marca 1986 r. zostały zastąpione Rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 11 sierpnia 1998 r. w sprawie szczegółowych zasad ochrony przed promieniowaniem szkodliwym dla ludzi i środowiska, dopuszczalnych poziomów promieniowania jakie mogą występować w środowisku oraz wymagań obowiązujących przy wykonywaniu pomiarów kontrolnych promieniowania (Dz. U. 1998, nr 107, poz. 676).

Aktualnie podstawowymi aktami prawnymi regulującymi zasady ochrony środowiska, w tym w zakresie oddziaływania pól elektromagnetycznych, są:

- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska [4];
- Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska [5];
- Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko [6].

Ustawa Prawo ochrony środowiska określa m.in. obowiązki prowadzących instalacje w zakresie:

- wykonania pomiarów poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku bezpośrednio po rozpoczęciu użytkowania instalacji;
- wykonania pomiarów poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku każdorazowo w przypadku zmiany warunków pracy instalacji, o ile zmiany te mogą mieć wpływ na zmianę poziomów pól elektromagnetycznych;
- przekazywania wyników ww. pomiarów wojewódzkiemu inspektorowi ochrony środowiska (a od 1 stycznia 2019 r. Głównemu Inspektorowi Ochrony Środowiska) i państwowemu wojewódzkiemu inspektorowi sanitarnemu.

Przepisami wykonawczymi do Ustawy Prawo ochrony środowiska, regulującymi kwestie związane z obowiązkami prowadzących instalacje wytwarzające pole elektromagnetyczne, w zakresie ochrony środowiska, są:

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów [7], określające dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych w środowisku dla miejsc dostępnych dla ludności oraz metody sprawdzania ich dotrzymania;
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie zgłoszenia instalacji wytwarzających pola elektromagnetyczne [8], określające wzór formularza zgłoszenia instalacji wytwarzających pola elektromagnetyczne, których eksploatacja wymaga zgłoszenia oraz szczegółowe wymagania dotyczące zakresu danych ujętych w zgłoszeniu instalacji wytwarzających pola elektromagnetyczne;
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie rodzajów instalacji, których eksploatacja wymaga zgłoszenia [9], określające rodzaje instalacji, z których emisja nie wymaga pozwolenia, a których eksploatacja wymaga zgłoszenia organowi ochrony środowiska z uwagi na wytwarzanie pól elektromagnetycznych.

Ustawa Prawo ochrony środowiska określa także m.in. zadania Głównego Inspektora Ochrony Środowiska w zakresie:

- prowadzenia okresowych badań poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku;
- dokonywania oceny poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku i obserwacji zmian w ramach państwowego monitoringu środowiska;
- prowadzenia i corocznej aktualizacji, rejestru zawierającego informacje o terenach, na których stwierdzono przekroczenie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (od 1 stycznia 2019 r.).

Na podstawie art. 124 ust. 1 Ustawy Prawo ochrony środowiska wojewódzcy inspektorzy ochrony środowiska (a od 1 stycznia 2019 r. – GIOŚ) prowadzą i aktualizują corocznie, rejestr zawierający informacje o terenach, na których stwierdzono przekroczenie dopuszczalnych poziomów PEM w środowisku, z wyszczególnieniem przekroczeń dotyczących:

- terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową;
- miejsc dostępnych dla ludności.

Ustawa o Inspekcji Ochrony Środowiska określa m.in. zadania Inspekcji Ochrony Środowiska, organu powołanego do kontroli przestrzegania przepisów o ochronie środowiska oraz badania i oceny stanu środowiska.

Zgodnie z Ustawą o Inspekcji Ochrony Środowiska jednym z zadań Inspekcji Ochrony Środo-

wiska jest prowadzenie państwowego monitoringu środowiska, w szczególności³⁷:

- a. opracowywanie i realizacja wieloletnich strategicznych programów państwowego monitoringu środowiska i wykonawczych programów państwowego monitoringu środowiska;
- b. gromadzenie informacji o środowisku w zakresie ujętym w programach państwowego monitoringu środowiska;
- c. przetwarzanie zgromadzonych informacji o środowisku i dokonywanie ocen stanu środowiska;
- d. opracowywanie raportów o stanie środowiska;
- e. udział w międzynarodowej wymianie informacji o stanie środowiska, w tym koordynacja współpracy z Europejską Agencją Środowiska, o której mowa w rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 401/2009 z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie Europejskiej Agencji Środowiska oraz Europejskiej Sieci Informacji i Obserwacji Środowiska (Dz. Urz. UE L 126 z 21.05.2009, str. 13).

Przepisami wykonawczymi do Ustawy o Inspekcji Ochrony Środowiska, regulującymi kwestie związane z obowiązkami organów IOŚ, w tym prowadzeniem państwowego monitoringu środowiska oraz gromadzeniem danych w Systemie Informatycznym Inspekcji Ochrony Środowiska „Ekoinfonet”, są:

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 listopada 2007 r. w sprawie zakresu i sposobu prowadzenia okresowych badań poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku określające sposób wyboru punktów pomiarowych, wymaganą częstotliwość prowadzenia pomiarów oraz sposoby prezentacji wyników pomiarów [10];
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 września 2015 r. w sprawie systemu informatycznego Inspekcji Ochrony Środowiska „Ekoinfonet”, określające zakres danych zbieranych w Ekoinfonecie [11], w tym, przekazywanych przez wojewódzkich inspektorów ochrony środowiska, danych dotyczących badania i oceny stanu środowiska w zakresie poziomu pól elektromagnetycznych oraz przestrzegania przepisów o ochronie środowiska w zakresie kontroli podmiotów korzystających ze środowiska.

Kwestie związane z zasadami i trybem postępowania w zakresie udostępniania społeczeństwu informacji o środowisku i jego ochronie oraz wskazaniem władz publicznych właściwych w tych sprawach, reguluje Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko [6].

Przepisem wykonawczym do Ustawy o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko, jest:

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 listopada 2010 r. w sprawie sposobu i częstotliwości aktualizacji informacji o środowisku [12], określające sposób, minimalny zakres i formę udostępniania informacji oraz częstotliwość aktualizacji udostępnianych infor-

³⁷ Zmiana brzmienia pkt 2 w art. 2. ust.1. Ustawy o Inspekcji Ochrony Środowiska, wchodząca w życie z dniem 1.01.2019 r.

macji. Dotyczy to wyników m.in. okresowych badań poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku, prowadzonych w ramach państwowego monitoringu środowiska oraz wykazu terenów, na których stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych.

Zgodnie z pkt 4 Załącznika 1 do ww. Rozporządzenia [12] minimalny zakres udostępnianych informacji dotyczących ochrony przed polami elektromagnetycznymi powinien obejmować:

1. wyniki okresowych badań poziomów pól;
2. wykaz terenów, na których stwierdzono przekroczenie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku, z wyszczególnieniem:
 - a. terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową,
 - b. miejsc dostępnych dla ludności, wraz z obszarem występowania przekroczeń.

5.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Zasady i tryb prowadzenia pomiarów pól elektromagnetycznych realizowanych przez prowadzących instalacje emitujące pola elektromagnetyczne określają akty prawne opisane w rozdziale 5.2, w tym Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska [4] oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów [7].

Poniżej opisane zostały zasady i tryb prowadzenia pomiarów pól elektromagnetycznych realizowanych w ramach:

- państwowego monitoringu środowiska;
- kampanii pomiarowych PEM.

5.3.1 Państwowy monitoring środowiska

Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska od 2008 r., w ramach państwowego monitoringu środowiska prowadzą w sposób ujednolicony dla całego kraju monitoring pól elektromagnetycznych w cyklach trzyletnich. W 2016 r. zakończono trzeci cykl pomiarowy obejmujący lata 2014-2016. Aktualnie realizowany jest Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2017-2020 oraz opracowane na jego podstawie programy wojewódzkie PMŚ.

Podstawowym założeniem monitoringu pól elektromagnetycznych jest śledzenie poziomów sztucznie wytworzonych pól elektromagnetycznych w środowisku w odniesieniu do wartości poziomów dopuszczalnych określonych dla miejsc dostępnych dla ludności w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r., w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów [7].

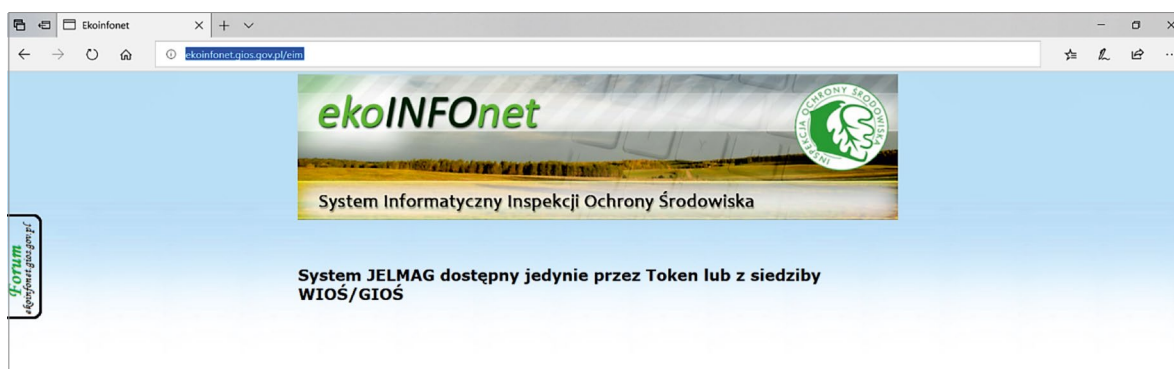
Pomiary prowadzone są w oparciu o rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 listopada 2007 r. w sprawie zakresu i sposobu prowadzenia okresowych badań poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku [10]. Rozporządzenie określa zakres prowadzenia badań, sposób wyboru punktów pomiarowych, wymaganą częstotliwość prowadzenia pomiarów oraz sposób prezentacji wyników pomiarów.

Na terenie każdego z województw wyznaczona jest sieć 135 punktów pomiarowych, w których pomiary wykonuje się w trzyletnim cyklu po 45 punktów rocznie. Punkty rozmieszcza się równomiernie na terenie województwa na trzech typach obszarów dostępnych dla ludności tj.:

- w centralnych dzielnicach lub osiedlach miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 50 tys.;
- w pozostałych miastach;
- na terenach wiejskich.

Lokalizację punktów pomiarowych określa wojewódzki inspektor ochrony środowiska w wojewódzkim programie monitoringu środowiska.

Pomiary wykonywane są w sposób nieprzerwany przez dwie godziny, z częstotliwością próbkowania co najmniej co 10 sekund, w godzinach 10 ÷ 16 w dni robocze. Temperatura powietrza nie może być niższa niż 0°C, wilgotność nie większa niż 75%, bez opadów atmosferycznych. Monitoring pól elektromagnetycznych odbywa się poprzez pomiary natężenia składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego w przedziale częstotliwości co najmniej od 3 MHz do 3000 MHz. Jako wynik przyjmuje się średnią arytmetyczną zmierzonych wartości z dwugodzinnego pomiaru dla punktu pomiarowego oraz średnią arytmetyczną z uśrednionych wartości dla każdego typu obszaru (15 punktów). Co trzy lata podaje się średnią arytmetyczną dla obszarów z uśrednionych wartości natężeń pól elektromagnetycznych uzyskanych w 45 punktach składających się na trzyletni cykl pomiarowy.



Rys. 4 Strona systemu Ekoinfonet – komunikat o dostępie do bazy JELMAG

Pomiary pól elektromagnetycznych w ramach monitoringu środowiska wykonywane są głównie szerokopasmowymi miernikami pola elektromagnetycznego: NARDA NBM-550 z sondami EF-0391 i EF-6091 oraz miernikiem PMM 8053A z sondą EP-300.

Próg czułości poszczególnych typów sond pomiarowych jest zróżnicowany – np. dla sondy EF-6091 mieści się w przedziale od 0,1 V/m do 0,7 V/m.

W dwóch województwach (mazowieckim i śląskim), które dysponują miernikami selektywnymi z rodziny SRM, wykonywane są pomiary uzupełniające w wybranych punktach, polegające na analizie widmowej umożliwiającej ustalenie dominujących składowych emisji.

Wyniki z pomiarów monitoringowych pól elektromagnetycznych przeprowadzonych przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska, przekazywane są raz w roku do GIOŚ. GIOŚ wykonuje roczne i trzyletnie oceny poziomów pól elektromagnetycznych w Polsce [13].

Wyniki pomiarów i oceny poziomu pól elektromagnetycznych w środowisku są udostępniane są w formie raportów o stanie środowiska, w formacie pdf, na stronach GIOŚ³⁸ i WIOŚ.

Wyniki pomiarów monitoringowych pól elektromagnetycznych są gromadzone i przetwarzane w bazie danych JELMAG systemu informatycznego Inspekcji Ochrony Środowiska „Ekoinfonet”. Aktualnie dostęp do bazy JELMAG³⁹ jest możliwy albo za pomocą specjalnego tokena, albo w siedzibie GIOŚ/WIOŚ, o czym informuje komunikat na stronie systemu Ekoninonet.

5.3.2 Kampanie pomiarowe PEM

Przykładem innego rodzaju badań dotyczących monitorowania PEM są kampanie pomiarowe PEM, realizowane w ostatnim okresie z inicjatywy MC w związku z obawami społecznymi dotyczącymi przestrzegania dopuszczalnych poziomów PEM w środowisku (szczególnie z instalacji radiokomunikacyjnych SBTK), narastającymi wobec szybkiego rozwoju radiowych systemów bezprzewodowych, w tym także sieci systemów komórkowych i RLAN.

Pierwsza kampania pomiarowa PEM miała charakter pilotażowy i została przeprowadzona w 2016 r.

Zrealizowane w 2016 r. pilotażowe pomiary pól elektromagnetycznych miały na celu:

- zweryfikowanie, czy w miejscach dostępnych dla ludności w otoczeniu instalacji antenowych stacji bazowych ustalona wartość skuteczna natężenia składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego nie przekracza wartości dopuszczalnej 7 V/m;
- sprawdzenie i weryfikację zaproponowanej metodyki pomiarów, rekomendowanej do stosowania w kolejnych kampaniach pomiarowych.

Jednocześnie kampania pomiarowa miała charakter informacyjno-edukacyjny. Raport z pilotażowych badań i analiz dotyczących dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych wraz z materiałami informacyjno-edukacyjnymi dotyczącymi problematyki pól elektromagnetycznych (PEM) emitowanych przez instalacje radiowych stacji bazowych systemów radiokomunikacji ruchomej, został udostępniony publicznie na stronie <https://pem.itl.waw.pl/>.

Kampania pomiarowa PEM zrealizowana w kolejnym 2017 r., wykorzystując produkty i doświadczenia kampanii pilotażowej, pozwoliła na przeprowadzenie pomiarów w większej liczbie lokalizacji stacji bazowych oraz praktyczne sprawdzenie metodyki pomiarów w otoczeniu punktów dostępowych sieci RLAN 2,4 GHz oraz 5 GHz. Kampania pomiarowa z 2017 r. umożliwiła m. in. analizę wyników pomiarów selektywnych, pozwalającą na precyzyjne zidentyfikowanie i wskazanie źródeł zarejestrowanych składowych pola elektrycznego (zakres częstotliwości, operator, system/usługa) w przypadku uzyskania wyników przekraczających wartość dopuszczalną.

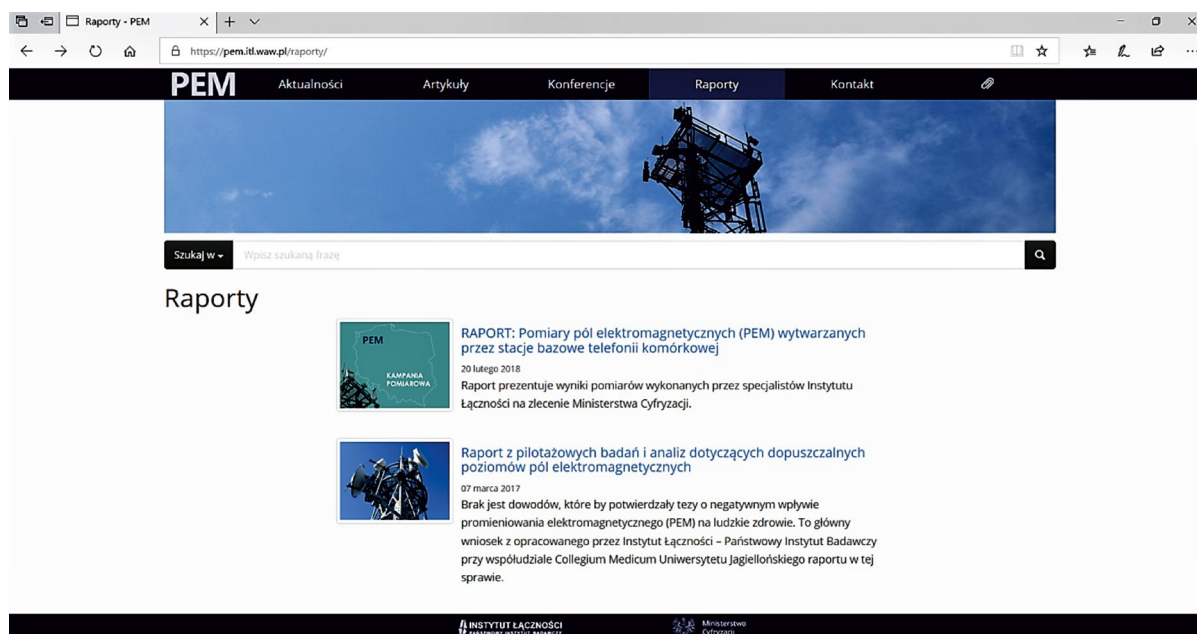
Aktualnie realizowana jest kampania pomiarowa PEM 2018. Pomiary PEM zostały poprzedzone przeglądem dokumentacji stacji bazowych telefonii komórkowej, zgromadzonej w urzędach miast i starostwach powiatowych. Na podstawie tej analizy zostały wytypowane miejsca przeprowadzenia pomiarów, tj. głównie lokalizacje, dla których, w analizowanych sprawozdaniach z pomiarów składanych przez zgłaszających instalacje, wykazany został poziom natężenia pola elektrycznego przekraczający 3,5 V/m.

38 <http://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/monitoring-pol-elektromagnetycznych>

39 <http://ekoinfonet.gios.gov.pl/eim>

Do pomiarów wytypowano łącznie 96 lokalizacji stacji bazowych telefonii komórkowej, po 6 lokalizacji w każdym z 16 województw. Natomiast pomiarami PEM w otoczeniu punktów dostępowych sieci RLAN 2,4 GHz oraz 5 GHz zostały objęte po dwie placówki szkolne w każdym z 16 województw.

W badaniach poziomu pól elektrycznych w otoczeniu stacji bazowych telefonii komórkowej, prowadzonych w ramach kampanii pomiarowych PEM zastosowano, opracowaną w 2016 r. autorską metodykę wykonywania pomiarów i oszacowania maksymalnych wartości natężenia pola w przypadku stacji systemów radiokomunikacji ruchomej, w których to stacjach wartość skuteczna natężenia pola jest związana z chwilowym obciążeniem stacji ruchem telekomunikacyjnych (dotyczy to w szczególności stacji UMTS i LTE powszechnie stosowanych w sieciach krajowych). W opracowanej metodyce uwzględniono wymagania określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów oraz wytyczne, ustalone na podstawie norm europejskich, dotyczące wykonywania i ekstrakcji wyników w przypadku pól wytwarzanych przez instalacje antenowe stacji bazowych systemów GSM, UMTS i LTE. Opracowaną metodykę dostosowano do wykorzystywanego wyposażenia pomiarowego, tj. miernika natężenia pola model SRM-3006. Szczegółowy opis metodyki przedstawiono m.in. na stronie prezentującej Raporty z kampanii pomiarowych PEM⁴⁰.



Rys. 5 Sekcja „Raporty” serwisu pem.itl.waw.pl

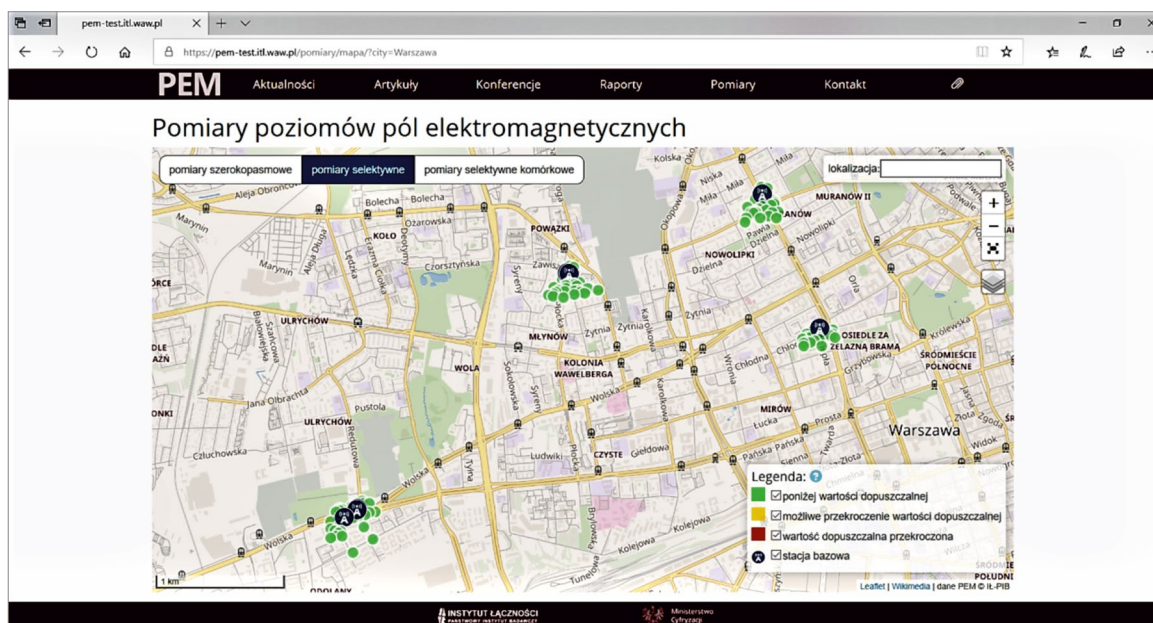
Z badań prowadzonych w ramach kampanii pomiarowych PEM sporządzane są szczegółowe sprawozdania, dla każdej z badanych lokalizacji. Ponadto zbiorcze wyniki pomiarów oraz wnioski i oceny z kampanii, przedstawiane są w rocznych Raportach. Dodatkowo, w ramach kampanii pomiarowej PEM z 2018 r. wyniki pomiarów z wszystkich trzech kampanii, zostaną zobrazowane na interaktywnych mapach.

Wskazanie na mapie interaktywnej miasta oraz wybór lokalizacji, w której prowadzone były pomiary, pozwoli na dostęp do wyników pomiarów w poszczególnych punktach pomiarowych. Możliwe także będzie nałożenie filtrów na wyniki pomiarów, w zależności od rodzaju przeprowadzonych badań oraz uzyskanych wartości PEM:

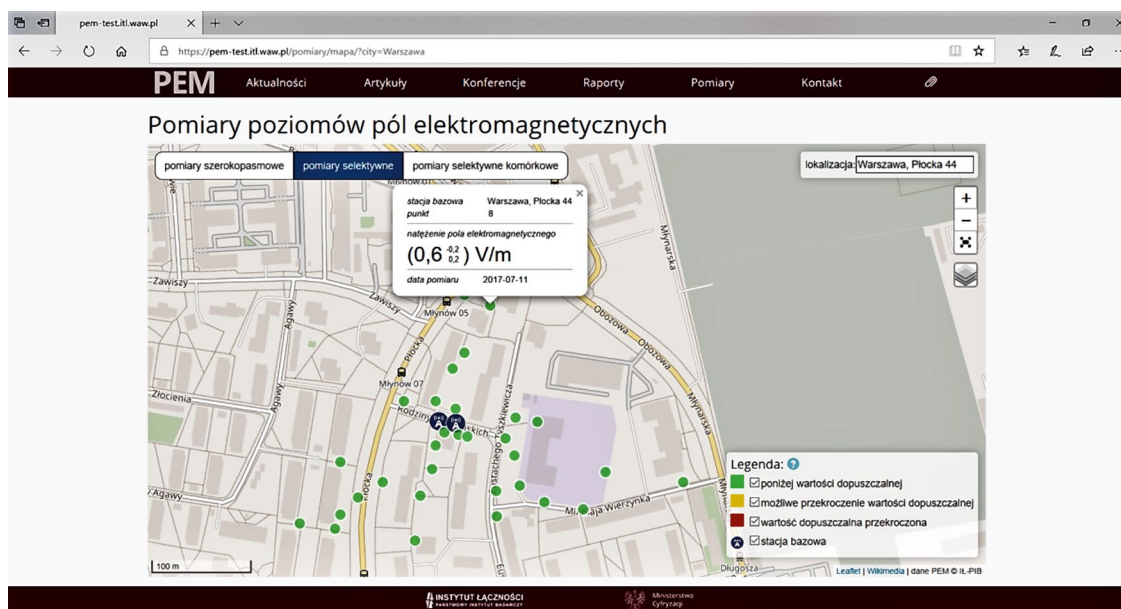
⁴⁰ <https://pem.itl.waw.pl/raporty/raport-pomiary-pól-elektromagnetycznych-pem-wytwarzanych-przez-stacje-bazowe-telefonii-komórkowej/>

- pomiary szerokopasmowe, selektywne, selektywne tylko sieci komórkowych;
- poniżej wartości dopuszczalnej, z możliwym przekroczeniem, z przekroczoną wartością dopuszczalną.

Przykłady obrazowanie wyników pomiarów na mapach w serwisie <https://pem.itl.waw.pl/> przedstawiają Rys. 6 i Rys. 7.



Rys. 6 Obrazowanie wyników pomiarów na mapach w serwisie pem.itl.waw.pl – przykład 1



Rys. 7 Obrazowanie wyników pomiarów na mapach w serwisie pem.itl.waw.pl – przykład 2

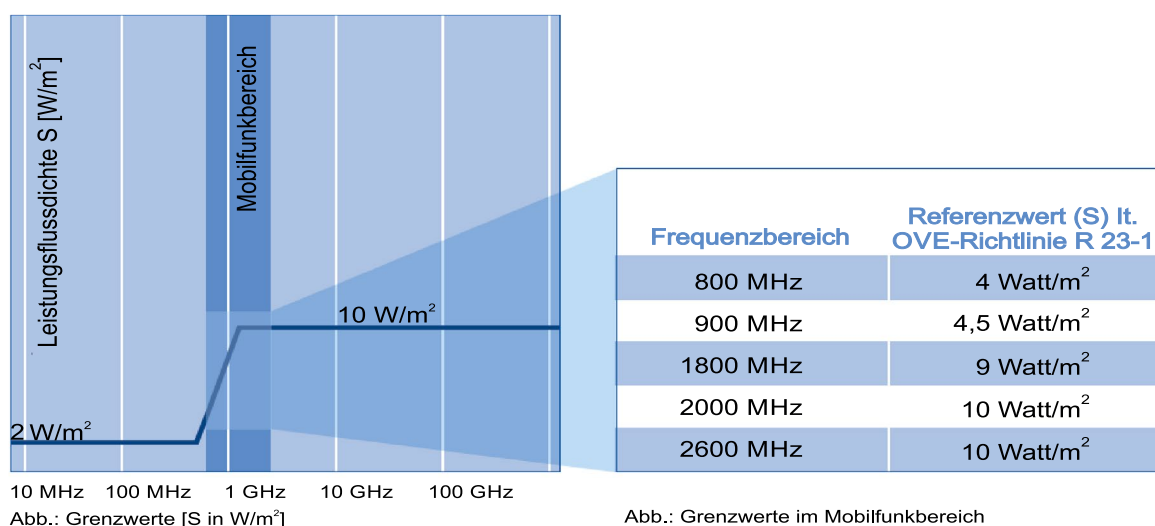
6. BADANIA PEM W AUSTRII

6.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

W Austrii weryfikacja zgodności z obowiązującymi przepisami dotyczącymi dopuszczalnej wartości natężenia pola elektromagnetycznego jest obowiązkiem operatorów. Dodatkowo jest monitorowana przez Ministerstwo Transportu Innowacji i Technologii (org. Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie), które w przypadku podejrzenia przekroczenia wartości granicznej PEM dokonują pomiarów kontrolnych.

6.2 Kluczowe akty prawne

Aktem prawnym regulującym dopuszczalne natężenia pola elektrycznego oraz pola magnetycznego w zakresie 0 – 300 GHz są wytyczne OVE-Richtlinie R 23-1:2017-04-01 „Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz – Teil 1: Begrenzung der Exposition von Personen der Allgemeinbevölkerung” [14]. Poziomy referencyjne przyjęte w wytycznych OVE-Richtlinie R 23-1:2017-04-01 są zgodne z wytycznymi WHO oraz UE [15].



Rys. 8 Poziome referencyjne gęstości mocy dla częstotliwości wykorzystywanych w telefonii komórkowej [15]

6.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Pomiary gęstości mocy wykonywane są okresowo, co kilka lat na terenie całej Austrii. Pierwsze trzy kampanie pomiarowe (2007 r., 2009 r., 2012 r.), obejmujące około 500 punktów pomiarowych, zostały wykonane przez TÜV Austria Services GmbH. Wykorzystano przyrządy pomiarowe NARDA SRM-3000 w połączeniu z anteną 3AX-75M-3G – pomiary w zakresie częstotliwości 87,5 MHz do 2483 MHz. Najwyższa odnotowana wartość gęstości mocy pola elektromagnetycznego (dla GSM900) wynosiła 0,01225 W/m² przy wartości dopuszczalnej 4,5 W/m², co oznaczało 0,3% wartości dopuszczalnej.

Najnowsza seria pomiarowa przeprowadzona w latach 2017 – 2018, wykonana przez Technischen Hochschule Deggendorf/Bayern, objęła po raz pierwszy sieci LTE i była prowadzona w zakresie częstotliwości od 87,5 MHz do 2690 MHz. Do pomiarów wykorzystano przyrządy pomiarowe NARDA SRM-3006 w połączeniu z anteną NARDA 3AX-27M-3G. Podczas pomia-

rów maksymalna wartość natężenia pola, jaką odnotowano wynosiła 0,45% wartości dopuszczalnej. Wyniki pomiarów uzyskanych podczas czterech kampanii pomiarowych oraz procedury pomiarowe przedstawione są na stronie <https://messwerte.fmk.at> [16].



Alle Funkanwendungen Funkanwendungen in % vom GW davon Mobilfunk davon Mobilfunk in % GW davon LTE mW/m² (800/2600 MHz)

Amstetten (1)

Amstetten

Hauptplatz 31	2017	0,0014350 W/m ²	0,0215000 %	0,0014190 W/m ²	0,0208000 %	0,0000217 W/m ²
---------------	------	----------------------------	-------------	----------------------------	-------------	----------------------------

Baden (11)

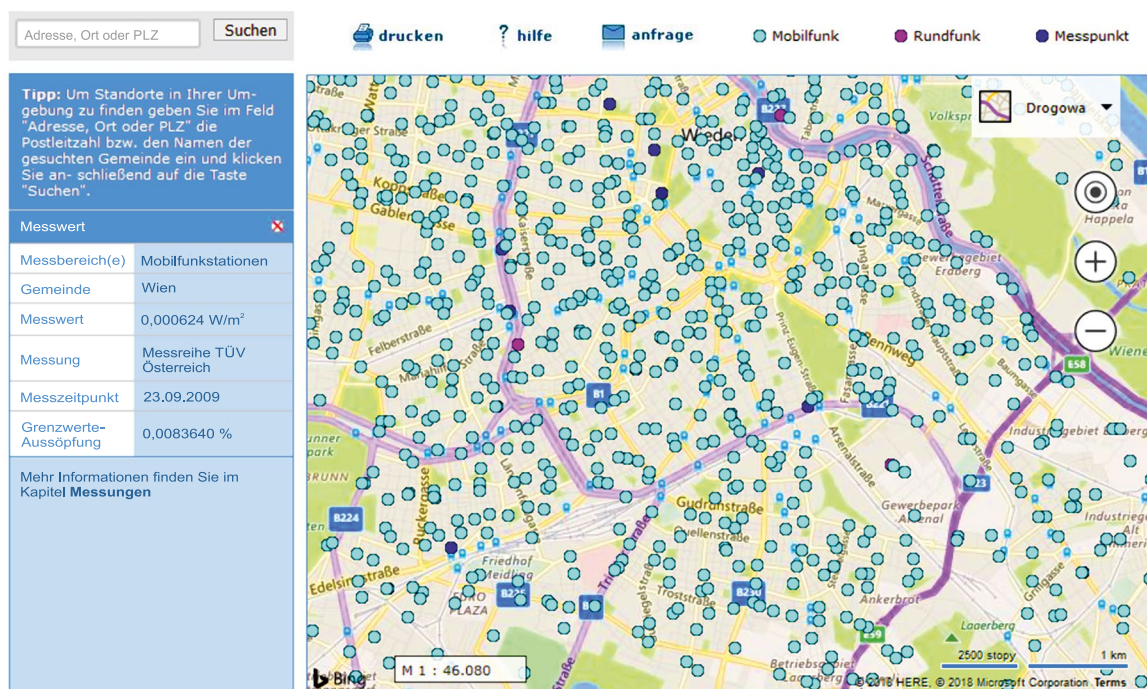
Baden

Hauptplatz 1	2017	0,0022130 W/m ²	0,0477000 %	0,0021970 W/m ²	0,0471000 %	0,0000059 W/m ²
--------------	------	----------------------------	-------------	----------------------------	-------------	----------------------------

Leobersdorf

Kirchenplatz	2012	0,0001342 W/m ²	0,0067087 %	0,0000320 W/m ²	0,0004768 %	n/a W/m ²
Schulgasse	2012	0,0001628 W/m ²	0,0081406 %	0,0000614 W/m ²	0,0006879 %	n/a W/m ²

Rys. 9 Przykładowa prezentacja wyników pomiarów PEM w Austrii [17]



Rys. 10 Przykładowa prezentacja lokalizacji stacji bazowych oraz wyników pomiarów PEM w Austrii [18]

Z inicjatywy Ministerstwa Transportu Innowacji i Technologii (org. Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie) realizowany jest projekt publicznego spisu stacji bazo-

wych oraz wyników przeprowadzonych pomiarów PEM na terenie całego kraju. Szczegółowe informacje na temat projektu wraz z mapą lokalizacji stacji nadawczych oraz wyników pomiarów PEM można znaleźć na stronie projektu [19].

6.4 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Nie znaleziono informacji o monitoringu pól o niskich częstotliwościach w Austrii.

7. BADANIA PEM W BUŁGARII

7.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Zgodnie z Prawem Zdrowia (art. 32 ust. 1) minister zdrowia kieruje krajowym systemem do analizy, oceny i kontroli promieniowania niejonizującego na terenach miejskich i w budynkach użyteczności publicznej. Ponadto minister zdrowia, zgodnie z art. 32 ust. 2 Prawa Zdrowia, analizuje i ocenia czynniki środowiska na poziomie krajowym, w rocznym raporcie i proponuje środki ograniczające ich potencjalny wpływ na zdrowie obywateli.

7.2 Kluczowe akty prawne

Kluczowe akty prawne regulujące w Bułgarii kwestie związane z polem elektromagnetycznym, to:

1. Prawo Zdrowia (org. Закон за здравето), obowiązujące od 01.01.2005 r. <https://www.lex.bg/laws/ldoc%20/2135489147> – ostatnia zmiana 27.02.2018 r. [20];
2. Rozporządzenie w sprawie granic pola elektromagnetycznego (org. Наредба № 9 от 1991 Г. За пределелно допустими нива на електромагнитни полета в населени територии и определяне на хигиенно-защитни зони около излъчващи обекти) z 03.05.1991 r., ostatnia zmiana 22.01.2002 r. [21].

Przyjęcie przez Parlament Ustawy Prawo Zdrowia [20], oprócz powierzenia ministrowi zdrowia zadania przeprowadzenia analizy i oceny promieniowania niejonizującego w obszarach miejskich i budynkach publicznych, przewiduje utworzenie krajowego centrum ochrony przed promieniowaniem jonizującym.

Rozporządzenie wydane przez Ministerstwo Zdrowia [21] określa ograniczenia dla pól o wysokiej częstotliwości. Przepisy obowiązują w całej Bułgarii.

7.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

W przypadku radiowych urządzeń nadawczych kontrola jest przeprowadzana zapobiegawczo, czyli po zatwierdzeniu obiektu w przypadku nowego obiektu lub jego modernizacji. W tym celu operator musi powiadomić właściwy organ, zajmujący się ochroną zdrowia publicznego (Regionalny Inspektorat Zdrowia), o zgodności z przepisami dotyczącymi nowego obiektu lub istotnych zmianach. Operator, wspólnie z organem uprawnionym do kontroli (np. zewnętrznym akredytowanym laboratorium), wykonuje pomiary w punktach kontrolnych zaludnionego obszaru. Ponadto operatorzy obiektu lub zewnętrznymi akredytowanymi dostawcy usług przeprowadzają audyty i powinni przesłać wyniki do właściwego organu (np. rady gminy, rady miejskiej). W Bułgarii kontrola zgodności radiowych urządzeń nadawczych odbywa się w dwóch etapach. Po pierwsze, dokonuje się oceny strefy ochronnej w oparciu o obliczenia, które uwzględniają odpowiednie parametry techniczne urządzenia nadawczego i jego lokalizację. Po uruchomieniu

niu wykonywane są pomiary wartości ekspozycji w strefie obiektu w celu potwierdzenia obliczeń. Pomiary powinny być przeprowadzane zgodnie z odnośnymi postanowieniami normy EN 50492:2008 +A1:2014 Norma podstawowa dotycząca miejscowych pomiarów natężeń pól elektromagnetycznych związanych z ekspozycją ludzi w otoczeniu stacji bazowych. Oznacza to, że pomiary są wykorzystywane do określenia pola elektromagnetycznego występującego przy największym obciążeniu stacji ruchu telekomunikacyjnym. Podczas porównania wyników pomiarów z wartościami dopuszczalnymi, niepewność pomiarów nie jest dodawana do wartości zmierzonych. Pełne specyfikacje pomiarowe nie są dostępne.

7.4 Monitoring PEM

28 Regionalnych Inspektoratów Zdrowia bierze udział w procesie pomiaru i oceny ekspozycji na PEM na obszarach mieszkalnych zgodnie z instrukcją wydaną przez Ministerstwo Zdrowia. Regionalne Inspektoraty Zdrowia monitorują rocznie ok. 10% zarejestrowanych stacji bazowych w regionie, na „wrażliwych” obszarach wokół szkół i przedszkoli oraz w odpowiedzi na skargi obywateli.

Pomiary są wykonywane zgodnie z metodyką pomiaru i oceny narażenia pól elektromagnetycznych wytwarzanych przez źródła radiokomunikacyjne, opracowaną przez zespół Narodowego Centrum Zdrowia Publicznego i Analiz (ang. NCPHA).

Zgodnie z tą metodyką miejsca pomiarów typowane są na podstawie wykazu lokalizacji i cech obiektów urządzeń nadawczych, prowadzonego w NCPHA. Punkty pomiarowe wybiera się w obliczonych strefach bezpieczeństwa znanego źródła pola elektromagnetycznego oraz po inspekcji w terenie. Do pomiarów wybiera się „najgorsze przypadki” pod względem ekspozycji ludności na pole elektromagnetyczne.

Do oceny ekspozycji PEM, w pierwszej fazie, stosuje się pomiar szerokopasmowy we wszystkich wytypowanych punktach pomiarowych. Wszystkie pomiary wykonywane są na wysokościach 1,5 ÷ 1,8 m nad poziomem terenu, w miejscach, gdzie spodziewane są najwyższe wartości PEM. Jeżeli z pomiaru szerokopasmowego wynika potrzeba bardziej szczegółowych pomiarów, to prowadzone są pomiary selektywne lub monitoring 24 godzinny. Wyniki wraz z geograficznymi współrzędnymi punktów pomiarowych umieszcza się w elektronicznym rejestrze źródeł pól elektromagnetycznych NCPHA.

Regionalne Inspektoraty Zdrowia są zobowiązane przysyłać do NCPHA sprawozdania z badań, a w rocznym raporcie podsumowującym działania Ministerstwa Zdrowia [22] znajduje się krótka informacja w tym zakresie, informująca o liczbie wykonanych ekspertyz.

7.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Nie znaleziono informacji o monitoringu pól o niskich częstotliwościach w Bułgarii.

8. BADANIA PEM W CZECHACH

8.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

W Czechach ochrona ludności przed polem elektromagnetycznym jest prawnie uregulowana. Zgodnie z art. 84 ustawy o ochronie zdrowia [23], nadzór nad ochroną zdrowia publicznego, a tym także nad ochroną ludności przed promieniowaniem niejonizującym, należy do obowiązków państwowego organu nadzoru zdrowotnego (Państwowej Inspekcji Zdrowia).

W ochronę są również zaangażowane regionalne stacje inspekcji zdrowia.

Do 2014 r. organem badawczym w zakresie promieniowania niejonizującego i pól elektromagnetycznych było Krajowe Laboratorium Referencyjne (NRL) dla promieniowania niejonizującego. Jego zadaniem był m.in. pomiar PEM w otoczeniu stacji bazowych sieci komórkowych.

8.2 Kluczowe akty prawne

W zakresie ochrony ludności przed polem elektromagnetycznym w Czechach obowiązuje: Ustawa o ochronie zdrowia publicznego i zmianach niektórych aktów powiązanych (org. Předpis č. 258/2000 Sb. Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů), obowiązująca od: 14.07.2000 r.; ostatnia zmiana: 1.01.2018 r.; <https://www.zakony-prolidi.cz/cs/2000-258> [23].

8.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Zgodnie z § 35 Ustawy o ochronie zdrowia publicznego [23], każdy stosujący urządzenie lub urządzenia, które stanowią źródło promieniowania niejonizującego, jest zobowiązany posiadać środki techniczne i organizacyjne w celu zapewnienia, że narażenie osób nie przekracza dopuszczalnych poziomów promieniowania niejonizującego. Przed rozpoczęciem użytkowania lub funkcjonowania stacjonarnych źródeł niejonizującego promieniowania sieci łączności elektronicznej na obszarach mieszkalnych należy przygotować dokumentację, gdzie zostanie wykazana, za pomocą obliczeń lub pomiarów, zgodność z maksymalnymi dopuszczalnymi poziomami promieniowania niejonizującego w zakresie potencjalnego narażenia osób. Dokumentację należy przedłożyć do właściwego organu zajmującego się ochroną zdrowia publicznego. W tym wypadku jest to regionalna stacja inspekcji zdrowia. Należy dodać, że nie jest prowadzona ogólnokrajowa baza źródeł promieniowania niejonizującego.

W przypadku wystąpienia usterki urządzeń stanowiących źródło promieniowania niejonizującego, która mogłaby prowadzić do narażenia osób z powodu przekroczenia dopuszczalnych poziomów, należy niezwłocznie przerwać działanie instalacji.

8.4 Monitoring PEM

Nie znaleziono informacji o prowadzeniu monitoringu PEM w Czechach.

Przepisy prawne w Czechach nie przewidują okresowych lub wyrwykowych kontroli przestrzegania wartości dopuszczalnych w pobliżu radiowych urządzeń nadawczych.

8.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Nie znaleziono informacji o monitoringu pól o niskich częstotliwościach w Czechach.

9. BADANIA PEM WE FRANCJI

9.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Raport Narodowej Agencji Bezpieczeństwa Zdrowotnego Żywności, Środowiska i Pracy (org. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail – ANSES) z 2016 r. zawiera zalecenia dotyczące:

- zmian regulacyjnych w celu zapewnienia ochrony przed PEM;
- wszystkie urządzenia bezprzewodowe, w tym tablety, telefony bezprzewodowe, zdalnie sterowane zabawki, zabawki bezprzewodowe i bransoletki nadzoru, powinny podlegać takim samym obowiązkom regulacyjnym jak telefony komórkowe [24].

Emisje ze stacji bazowych telefonii komórkowej muszą być weryfikowane – dekret określa dopuszczalne poziomy natężenia PEM wytwarzanych przez urządzenia wykorzystywane do komunikacji elektronicznej, na które narażeni są ludzie. Wartości te mogą zostać zweryfikowane przez akredytowane laboratoria, a wyniki są udostępniane dla społeczeństwa za pośrednictwem Krajowej Agencji ds. Częstotliwości Radiowych [25] (org. Agence nationale des fréquences – ANFR). ANFR jest publiczną instytucją państwową o charakterze administracyjnym, będącą częścią Ministerstwa Komunikacji Elektronicznej. W serwisie internetowym [26] ANFR udostępnia obywatelom mapy usytuowania anten stacji bazowych telefonii komórkowej na terenie kraju wraz ze zmierzonymi poziomami natężenia PEM oraz ich odniesieniem do obowiązujących wartości dopuszczalnych. Do głównych zadań ANFR należą:

- planowanie zagospodarowania widma częstotliwości na poziomie międzynarodowym i krajowym;
- zapewnienie zgodności z ustawowymi, dopuszczalnymi wartościami ekspozycji na PEM;
- zarządzanie krajowym systemem pomiaru ekspozycji na PEM;
- autoryzacja i zarządzanie stacjami radiowymi;
- kontrola i monitoring właściwego użytkowania widma [27].

ANFR posiada na swojej stronie internetowej dwa serwisy dotyczące stacji nadawczych emitujących częstotliwości radiowe:

- Cartoradio – geograficzny system informacyjny, który pokazuje lokalizacje stacji telefonii komórkowej, TV, radiowych na terytorium Francji;
- Campagne de Mesures – kampania badań i pomiarów pól elektromagnetycznych ze stacji telekomunikacyjnych na terenie Francji.

Ponadto zajmuje się dostarczaniem informacji o ekspozycji ogółu społeczeństwa na działanie PEM. W swoich publikacjach zestawia wyniki pomiarów z obowiązującymi wartościami dopuszczalnymi [28].

Obywatele, firmy i instytucje mogą zlecić wykonanie pomiarów do ANFR. Po otrzymaniu zgłoszenia ANFR kieruje żądanie pomiaru do akredytowanego i niezależnego laboratorium, które wykonuje pomiar. Pomiary finansowane są z opłat pobieranych głównie od operatorów komórkowych, a wyniki upubliczniane na stronie Cartoradio [26].

Sprawdzanie zgodności z dopuszczalnymi poziomami PEM jest obowiązkiem władz lokalnych. Sprawdzenie dotyczy zatwierdzenia i uruchomienia instalacji, a następnie okresowego sprawdzenia przynajmniej raz na dwa lata.

Operatorzy stacji telekomunikacyjnych muszą wykonać symulację PEM, a jej wynik jest przetwarzany przez ANFR.

9.2 Kluczowe akty prawne

Informacje dotyczące ekspozycji ludności na działanie PEM są udostępniane przez ANFR. Dekret [29] regulujący dopuszczalne poziomy PEM, zawiera te same wartości dopuszczalne, co

wytyczne ICNIRP, obowiązuje od 2002 r. Rząd francuski przekazuje również informacje o ryzyku narażenia na ekspozycję PEM i raporty ekspertów na stronie internetowej Ministerstwa Zdrowia i Ochrony Socjalnej.

Dekret 2002-775 [29] dotyczący ekspozycji społeczeństwa na PEM pochodzące od urządzeń radiokomunikacyjnych w związku z budową stacji bazowych, wydany w maju 2002 r. przez Ministerstwo Przemysłu, zawiera dopuszczalne wartości PEM, zgodne z poziomami odniesienia wskazanymi w zaleceniu 1999/519/EC [2], które z kolei odpowiadają wytycznym ustanowionym przez ICNIRP w 1998 r. dla częstotliwości z zakresu 0 Hz do 300 GHz.

9.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Francuska metodyka pomiarowa opiera się na zaleceniu ECC (02)04, opublikowanym przez Komitet ds. Łączności Elektronicznej (ECC) w ramach Europejskiej Konferencji Poczty i Telekomunikacji (CEPT), biorącym pod uwagę trzy poziomy decyzyjne:

- skanowanie szerokopasmowe za pomocą sond izotropowych;
- pomiary selektywne częstotliwości w miejscach, w których pierwszy poziom decyzji (natężenie PEM wyższe niż 0,28 V/m) został przekroczony;
- szczegółowa analiza, gdy drugi poziom decyzji (2,8 V/m) jest również przekroczony.

W Tabl. 5 poniżej przedstawiono szczegółowy opis badanych zakresów częstotliwości i poziomy decyzyjne [24].

Tabl. 5 Zakresy częstotliwości i rodzaje usług zmierzone w ramach projektu *Champagne de Measurement*

Frequency bands	Services	Minimum reference level	Decision level
9 kHz - 30 MHz	Services HF	28 V/m	0,3 V/m
30 MHz - 87,5 MHz	PMR	28 V/m	0,3 V/m
87,5 MHz - 108 MHz	FM	28 V/m	0,3 V/m
108 MHz – 880 MHz (hors TV)	PMR - BALISES	28 V/m	0,3 V/m
47 – 68 MHz; 174 223 MHz	TV	28 V/m	0,3 V/m
470 – 830 MHz			
880 MHz - 960 MHz	GSM 900	40,4 V/m	0,4 V/m
960 MHz - 1710 MHz	RADARS - DAB	42,6 V/m	0,4 V/m
1710 MHz - 1880 MHz	GSM 1800	56,8 V/m	0,6 V/m
1880 - 1900 MHz	DECT	59,6 V/m	0,6 V/m
1900 - 2200 MHz	UMTS	59,9 V/m	0,6 V/m
2200 - 3000 MHz	RADARS - BLR – FI	61 V/m	0,6 V/m

Pomiary punktowe wybiera się w pobliżu stacji bazowych telefonii komórkowej, nadajników radiowych i telewizyjnych, zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz budynków. Do pomiarów używa się anten będących pętlą magnetyczną dla fal krótkich (częstotliwości z zakresu 3 – 30 MHz), szerokopasmowych anten logarytmiczno-periodycznych, trzy-osiowych sond selektywnych oraz anten kierunkowych dla wąskich zakresów częstotliwości [25].

Do obliczeń natężenia PEM lub pomiarów na miejscu opracowano obszerne wytyczne w dokumentach [29] i [30].

9.4 Monitoring PEM

Na podstawie ustawy nr 2015-136 z dnia 9 lutego 2015 r., dotyczącej narażenia na pole elektromagnetyczne, ANFR ma za zadanie:

- identyfikować tzw. „nietypowe” punkty i określić kryteria ich identyfikacji;
- przewodzić komitetowi ds. dialogu krajowego na temat publicznych dopuszczalnych poziomów narażenia na PEM;
- udostępniać gminom we Francji mapę stacji bazowych zlokalizowanych na ich terytorium.

Ponadto zgodnie z art. 2 wyżej wymienionej ustawy ANFR wydał wytyczne w celu harmonizacji prezentacji wyników symulacji rozkładu natężenia pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez instalacje radiowe.

Celem symulacji jest przedstawienie w celach informacyjnych, oceny rozkładu natężenia PEM pochodzącego od nowej stacji bazowej telefonii komórkowej, przy zadanych parametrach emisji przewidzianych przez operatora i w określonym otoczeniu, w którym będzie pracować (rozkład w formie mapy poziomu PEM).

Symulacja nie może zastąpić rzeczywistego pomiaru poziomu ekspozycji na PEM, który nastąpi po uruchomieniu instalacji. Jedynie pomiar przeprowadzony przez Francuską Komisję Akredytacyjną (org. Comité français d'accréditation – COFRAC), zgodnie z protokołem pomiarowym ANFR/DR15 obowiązującym w laboratorium akredytowanym, umożliwia określenie rzeczywistego poziomu narażenia i weryfikację zgodności z dopuszczalnymi poziomami dopuszczalnej ekspozycji na PEM.

Ustawa nr 2015-136 z dnia 9 lutego 2015 r. w sprawie odpowiedzialności, przejrzystości informacji i konsultacji w sprawie narażenia na PEM stanowi, że plik informacyjny przedłożony przez operatora, dla jednej lub więcej instalacji radiowych podlegających opinii ANFR, zawiera, na życzenie burmistrza, symulację ekspozycji PEM wytwarzanej przez stację bazową.

Operatorzy zajmujący się wdrażaniem sieci radiowych korzystają z różnych narzędzi symulacyjnych do prowadzenia konkretnych analiz (zasięgu, jakości usług, parametrów sieci jednoczęstotliwościowych SFN, zakłóceń na granicach). Oprogramowanie użyte do analiz jest opracowane przez zewnętrznych dostawców lub wewnętrznie przez operatorów, stosownie do potrzeb. Różnorodność oprogramowania oznacza wiele możliwych sposobów prezentacji ekspozycji na PEM, stąd też analiza wyników takich symulacji może stwarzać problemy urzędnikom i społeczeństwu.

W celu ułatwienia takich analiz, ANFR jest zobowiązana do opracowania krajowych wytycznych dotyczących sposobu prezentacji wyników powyższych symulacji w formie raportu, który ma być przekazywany przez operatora.

Krajowe wytyczne określają, jakie dane należy uwzględnić w obliczeniach, kryteria techniczne zastosowane do symulacji oraz sposób prezentacji wyników. Wytyczne mają być stosowane przez wszystkich operatorów instalacji radiowych podlegających weryfikacji przez ANFR. Są one adresowane do operatorów, którzy muszą przesłać raport do burmistrza lub do prezydenta na żądanie [27].

Niezależnie od postanowień zalecenia 1999/519/EC i postanowień ogólnokrajowych, niektóre miasta, w tym Paryż, zawarły porozumienia z operatorami w sprawie dopuszczalnych poziomów PEM, obowiązujących na terytorium danego miasta.

Przykładem służyć może porozumienie „Charte relative a la telephonie mobile prize entre la Ville de Paris et la Societe Boygues Telecom, la Societe Francaise de Radiotelephonie (SFR), La Societe ORANGE France SA, la Societe FREE MOBILE” [31], zawarte w marcu 2017 r. Różni się ono znacznie od ustaleń przyjętych dla całego terytorium Francji. W artykule 6 porozumienia ustalono, że:

- a. Dopuszczalny poziom natężenia pola elektrycznego dotyczy sumy wszystkich stałych źródeł emisji radiowej: telefonii komórkowej, radiodifuzji FM, telewizji, profesjonalnych sieci radiowych, usług HF, WiFi, DECT itd.
- b. Nieprzekraczalny poziom natężenia pola, o którym mowa w pkt. 1, w miejscach mieszkalnych wynosi 6 V/m, co odpowiada wartości określonej przez ANFR dla nietypowych punktów.
- c. W odniesieniu do telefonii mobilnej, w stałych miejscach mieszkalnych, nieprzekraczalny poziom tzw. pola równoważnego 900 MHz wynosi 5 V/m.
- d. Wyniki pomiarów natężenia PEM, zagregowane dla poszczególnych pasm, przelicza się na poziom natężenia PEM równoważnego 900 MHz ($E_{\text{equ}900}$), który jest obliczany według wzoru:

$$E_{\text{equ}900} = \sqrt{\left(\frac{41}{37} E_{700}\right)^2 + \left(\frac{41}{39} E_{800}\right)^2 + E_{900}^2 + \left(\frac{41}{58} E_{1800}\right)^2 + \left(\frac{41}{61} E_{2100}\right)^2 + \left(\frac{41}{61} E_{2600}\right)^2}$$

- e. W ww. wzorze wartości E_{700} , E_{800} , E_{900} , E_{1800} , E_{2100} , E_{2600} oznaczają natężenia PEM określone dla częstotliwości odpowiednio 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz oraz 2600 MHz. Współczynniki liczbowe pod znakiem pierwiastka (37, 39, 41, 58, 61) to wartości dopuszczalne natężenia pola, ustalone zgodnie z zaleceniem 1999/519/EC, dla odpowiednich częstotliwości.
- f. Poziom ten obowiązuje wszystkich operatorów łącznie.
- g. Operator główny (org. *contributeur principal*), we współpracy z pozostałymi operatorami, jest zobowiązany do ograniczenia natężenia PEM poniżej poziomu dopuszczalnego.
- h. Działania operatorów w kierunku zmniejszenia natężenia PEM podlegają weryfikacji.
- i. Akcje pomiarowe (trzyletnie kampanie) w specjalnych pomieszczeniach miejskich (takich jak żłobki, przedszkola, itp.) będą jak dotychczas prowadzone przez miasto.
- j. Wyniki kontroli i pomiarów są publikowane i aktualizowane co roku.
- k. Porozumienie zostało zawarte na 5 lat, z założeniem, że będzie ono przedłużane z ewentualnymi modyfikacjami.
- l. Działania w tym zakresie są aktualizowane przy wykorzystaniu grupy roboczej, w której reprezentowane są: miasto, operatorzy, agencja rządowa ANFR i komitet OndesParis.

Dodatkowe informacje.

Kontrole natężenia PEM w Paryżu mogą być bezpłatnie przeprowadzane przez Krajową Agencję ds. Częstotliwości (ANFR) na obszarach zamieszkałych na żądanie każdej osoby (w tym

użytkownika lokalu, najemcy lub właściciela). Pomiar natężenia PEM trwa ok. 1,5 godziny i jest wykonywany w obecności wnioskodawcy. Jeżeli kontrola przeprowadzona zgodnie z protokołem ANFR wykaże przekroczenie dopuszczalnego poziomu natężenia PEM, operator w terminie 3 miesięcy powinien dokonać niezbędnych zmian w celu znacznego zmniejszenia narażenia i przestrzegania wartości granicznych określonych w porozumieniu.

9.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Regulacje dla systemów niskiej częstotliwości występują tylko dla częstotliwości 50 Hz [32]. Ministerstwo Spraw Społecznych i Zdrowia (org. Ministère des Affaires sociales et de la Santé) wydało praktyczny poradnik dotyczący wpływu na zdrowie pól o skrajnie niskich częstotliwościach. Wartości graniczne narażenia na PEM oparte są na zaleceniach ICNIRP z 1998 r.

10. BADANIA PEM W GRECJI

10.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Grecka Agencja Energii Atomowej (EEAE) jest krajową organizacją odpowiedzialną za ochronę ogółu ludności przed sztucznie wytwarzanym polem elektromagnetycznym [33]. Pomiar prowadzone są zarówno dla pól niskich częstotliwości (np. linie elektryczne), jak i dla częstotliwości radiowych (RF).

10.2 Kluczowe akty prawne

Ustawą regulującą zasady dotyczące łączności elektronicznej jest Ustawa nr 4070, Akt nr 825/A/10.04.2012 (ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ) [34].

10.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Obecnie greckie prawo dopuszcza natężenie pola elektrycznego w zakresie częstotliwości radiowych na poziomie 60% wartości poziomów odniesienia, uznanych za bezpieczne, określonych w zaleceniu 1999/519/EC [2] w tych lokalizacjach, w których anteny stacji nadawczych znajdują się w odległości mniejszej lub równej 300 m od szkół, przedszkoli, szpitali oraz domów spokojnej starości. W pozostałych przypadkach dopuszczalne są natężenia pola elektrycznego na poziomie 70% wartości poziomów odniesienia określonych w zaleceniu 1999/519/EC. Wykonuje się pomiary ad hoc dla częstotliwości radiowych i telewizyjnych oraz coroczne pomiary dla minimum 20% losowo wybranych stacji bazowych [35].

10.4 Monitoring PEM

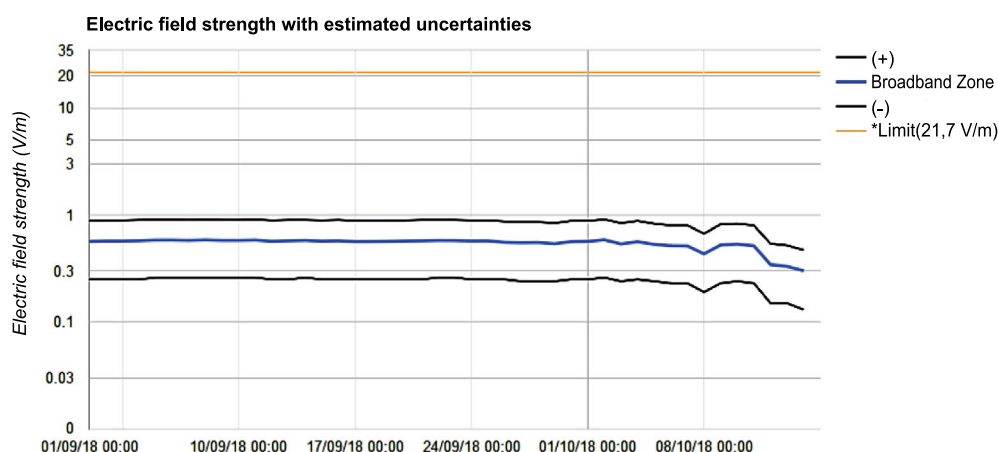
W Grecji funkcjonuje od 2015 r. system 500 stacji monitoringu stałego (w tym 480 stacji jest przeznaczonych do wykonywania pomiarów szerokopasmowych, natomiast 20 – do wykonywania pomiarów selektywnych częstotliwościowo) oraz 13 stacji mobilnych (zainstalowanych w pojazdach, przeznaczonych do wykonywania pomiarów selektywnych częstotliwościowo). Stacje umożliwiają monitorowanie pasma w zakresie częstotliwości 100 kHz – 7 GHz [36].

Na stronie internetowej Krajowego Obserwatorium Pól Elektromagnetycznych (<https://paratiritirioemf.eeae.gr/index.php?lang=en>) dostępne są wyniki pomiarów natężenia pola elektrycznego od stacji bazowych telefonii komórkowej. Wykonywane są pomiary szerokopasmowe oraz selektywne częstotliwościowo. Użytkownik ma dostęp do mapy, na której znajdują się

punkty odpowiadające stacjom monitorującym, w każdym punkcie pomiarowym prezentowane są wykresy przedstawiające wartości natężenia pola elektrycznego w wybranym okresie czasu oraz poziomy referencyjne zgodne z greckim prawem, dla wybranego pasma częstotliwości.

Station Information	
Address	Vutina
Municipality	Gortunias
Prefecture	Arkadias
Active since	13-10-2015 12:55:41
Last update	14-10-2018 00:00:00
Measurement files captured by handheld device	Click here

Electric Field Strength			
Frequency Bands (MHz)	Frequency Band Limit (V/m)*	Average Value (V/m)	Peak Value (V/m)
Broadband Zone	21.7	0.93	1.10
EGSM-900	31.8	0.59	0.68
EGSM-1800	45.1	0.30	0.36
UMTS	47.2	0.40	0.49



Rys. 11 Prezentacja wyników pomiarów prowadzonych przez Krajowe Obserwatorium Pól Elektromagnetycznych

Dodatkowo od 2006 r. funkcjonuje system Pedion24 (<http://pedion24.aegean.gr/>) rozwijany przez Mobilne Laboratorium Radiokomunikacyjne należące do Politechniki Ateńskiej. Z jego pomocą są wykonywane i prezentowane wyniki pomiarów natężenia pola elektrycznego w zakresie 100 kHz – 3 GHz z podziałem na pomiar szerokopasmowy (100 kHz – 3 GHz), radio i telewizję (100 kHz – 900 MHz) oraz telefonię komórkową (900 MHz – 3 GHz). Pomiary są wykonywane i aktualizowane jedynie wrywkowo.

10.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Zgodnie z informacjami publikowanymi przez International Journal of Environmental Research and Public Health [35] pomiary dla pól o niskich częstotliwościach prowadzone są w Grecji wyłącznie ad hoc, z małą próbką statystyczną. Najczęściej są to badania prowadzone przy uruchomieniu nowej instalacji, a następnie badania kontrolne. Dodatkowe badania przeprowadzane są również na wniosek osób trzecich lub w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości.

11. BADANIA PEM W HISZPANII

11.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Mając na uwadze federacyjną strukturę administracyjną Hiszpanii dobrą ilustracją działań podejmowanych w obszarze monitoringu PEM są działania regionalnego Rządu Katalonii, który świadomy problemów z wdrażaniem nowych rozwiązań telefonii komórkowej i rozrastających się sieci, od lat opracowuje zakres kontroli, planowania, regulacji i informacji. W 2005 r. utworzono Sieć Monitorowania Częstotliwości Radiowych (org. Sistema de Monitoreo de Radio Frecuencia – SMRF) służącą do ciągłego pomiaru poziomów PEM w zakresie częstotliwości telefonii komórkowej. W 2008 r. rząd Katalonii zainicjował projekt GECODIT (Tworzenie Konsensusu w Rozlokowaniu Infrastruktury Telefonii Komórkowej) w 18 gminach Katalonii. Jego głównym celem jest osiągnięcie konsensusu między radami miast, a dostawcami usług telefonii komórkowej i społeczeństwem w kwestii rozlokowania anten stacji bazowych. W 2009 r. Dyrekcja Generalna ds. Telekomunikacji i Informowania Społeczeństwa (org. Directorate-General for Telecommunications and the Information Society) i Dyrekcja Generalna ds. Jakości Środowiska (org. Directorate-General for Environmental Quality) zaproponowały politykę zarządzania Radiowo-Elektrycznego. W 2010 r. Komisja Europejska oraz Rząd Katalonii podpisały umowę o dofinansowanie projektu LIFE09 ENV/ES/000505. Głównym celem projektu [37] jest udostępnienie informacji, edukacja i zwiększanie świadomości społeczeństwa w temacie pól elektromagnetycznych.

W ramach projektu zostały przedsięwzięte następujące działania:

- została wykonana inwentaryzacja infrastruktury radiowych instalacji nadawczych o równoważnej mocy promieniowanej izotropowo powyżej 10 W w całym regionie Katalonii;
- został wdrożony program monitoringu i oceny pola elektromagnetycznego;
- zostały opracowane procedury dotyczące działań w przypadku, gdy instalacja nie jest zgodna z obowiązującymi przepisami [37].

11.2 Kluczowe akty prawne

W Katalonii poziomy pól elektromagnetycznych wytwarzanych przez systemy komunikacji radiowej muszą być zgodne z hiszpańskim Dekretem Królewskim 1066/2001 [38] ustanawiającym maksymalne poziomy pól elektromagnetycznych, na które może być ekspozowane społeczeństwo [39].

Poziomy dopuszczalne wskazane w Dekrecie Królewskim 1066/2001 są zgodne z poziomami odniesienia wskazanymi w zaleceniu 1999/519/EC [2], które z kolei odpowiadają wytycznym ustanowionym przez ICNIRP w 1998 r. [1]. Ograniczenia dotyczące poziomu narażenia na pola elektromagnetyczne określone w Dekrecie Królewskim 1066/2001 są przyporządkowane odpowiednim zakresom częstotliwości [39].

11.3 Zasady, metody pomiary, prezentacja wyników

W ramach projektu LIFE Radio-Electric zostały zainstalowane urządzenia do pomiaru poziomów PEM, których zadaniem jest dostarczenie społeczeństwu informacji związanych z polami elektromagnetycznymi, szczególnie w zakresie telefonii komórkowej. Działanie to jest odpowiedzią na rezolucję (2008/2211(INI)) [40] Parlamentu Europejskiego.

Przedstawiony na Rys. 12 diagram pokazuje pięć różnych rodzajów ekspozycji PEM z zakresu częstotliwości radiowych wytwarzanych przez anteny stacji bazowych telefonii komórkowej.

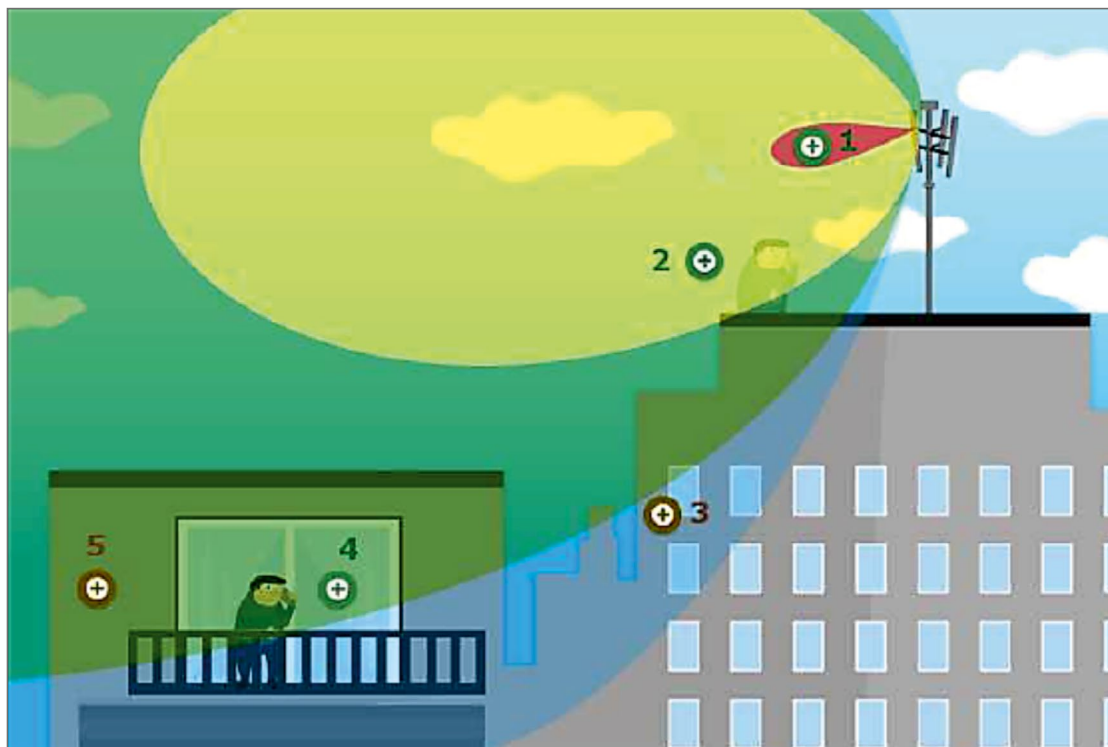
Tabl. 6 Dopuszczalne poziomy ekspozycji na PEM [38]

Frequency range	Service	Restrictive levels (V/m)
530 – 1.605 KHz	AM radio	87 - 68
88 – 108 MHz	FM radio	28
470 – 790 MHz	DTT	29 - 38
790 – 2.600 MHz	Mobile phones	38 - 61
2.400MHz i 5.000MHz	Wi-Fi	61
2.450MHz	Microwave ovens	61
3.500MHz i 5.800MHz	WiMAX	61

Wynik analizy obejmuje poziomy PEM zmierzone przy pomocy ponad 300 urządzeń wchodzących w skład sieci SMRF:

- a. Pomiar zewnętrzny (strefa 1, Rys. 12)
Mogą wystąpić najwyższe poziomy PEM. Zazwyczaj występuje na obszarze do 3 m lub 4 m od anteny w kierunku maksymalnej emisji. Ten obszar zwykle nie jest dostępny dla ludzi, ponieważ jest częścią wyznaczonej strefy ochronnej. W tej strefie mogą zostać zmierzone poziomy PEM wyższe niż dopuszczają to przepisy.
- b. Pomiar zewnętrzny (strefa 2, Rys. 12)
Przestrzeń zewnętrzna do 10 m od anteny w kierunku maksymalnej emisji. Ten obszar znajduje się już poza strefą ochronną i poziomy są niższe niż maksymalne poziomy dopuszczalne ustanowione w przepisach. W tych obszarach dopuszczalne jest przebywanie ludzi, choć zazwyczaj jest to mało prawdopodobne.
- c. Pomiar wewnętrzny (strefa 3, Rys. 12)
Pomieszczenia wewnątrz budynków z anteną na dachu. Poziomy PEM są niższe niż w strefach 2 i 3 ze względu na to, że antena znajdująca się na dachu nie jest bezpośrednio skierowana na pomieszczenia, a ponadto ściany i sufity wprowadzają dodatkowe tłumienie.
- d. Pomiar zewnętrzny (strefa 4, Rys. 12)
Miejsca na zewnątrz, około 10 ÷ 20 m od anteny, w przypadku gdy antena znajduje się na tym samym, bądź sąsiednim budynku. Ze względu na odległość i kierunek maksymalnej emisji w tym miejscu poziom PEM może być niższy niż w strefach 1, 2 oraz 3.
- e. Pomiar wewnętrzny (strefa 5, Rys. 12)
Pomieszczenia wewnętrzne w budynkach znajdujące się obok budynków z zainstalowanymi antenami. Poziom PEM zmierzony w tym miejscu jest najniższy za sprawą ww. czynników [37].

Wszystkie urządzenia sieci SMRF, monitorujące poziom PEM, są zainstalowane na zewnątrz budynków, na dachach budynków: niektóre na tym samym dachu co anteny, inne na dachach budynków sąsiednich.



Rys. 12 Pięć typów przestrzeni, w jakiej może występować ekspozycja na PEM [36]

84% urządzeń wchodzących w skład sieci SMRF jest przeznaczone do wykonywania selektywnych pomiarów PEM wytwarzanych przez anteny stacji bazowych telefonii komórkowej w pasmach częstotliwości 900 MHz, 1800 MHz oraz 2100 MHz. Natomiast 14% urządzeń wchodzących w skład sieci SMRF jest przeznaczone do wykonywania szerokopasmowych pomiarów PEM w zakresie częstotliwości od 100 kHz do 8 GHz. Pozostałe 2% urządzeń monitorujących mierzy pola elektryczne i magnetyczne o niskiej częstotliwości, od 10 Hz do 3 kHz [37].

11.4 Monitoring PEM

Katalonia posiada sieć ponad 300 urządzeń przeznaczonych do pomiaru poziomu PEM, zainstalowanych w 184 gminach. Pomiarów wykonywane są w sposób ciągły, a wyniki automatycznie wysyłane są do centrum monitorującego, za które odpowiada rząd Katalonii [37].

Z wykorzystaniem przenośnych urządzeń do pomiaru PEM wykonano ponad 13 000 pomiarów w 4 500 lokalizacjach. Poniżej zaprezentowano wyniki pomiarów PEM w postaci mapy oraz tabeli w różnych typach lokalizacji, uwzględniono średnią i maksymalną wartość natężenia występującą w danym punkcie [39].

11.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Nie znaleziono informacji o monitoringu pól o niskich częstotliwościach w Hiszpanii.



Rys. 13 Lokalizacje urządzeń pomiarowych [39]

	Number of sites measured	Number of measurements	Average level measured (V/m)	Maximum level measured (V/m)
Kindergartens	372	1.148	0,23	3,75
Outdoor measurements		553	0,30	2,69
Indoor measurements		595	0,17	3,75
Pre-school and primary schools	622	2.563	0,34	5,91
Outdoor measurements		1.153	0,46	5,91
Indoor measurements		1.410	0,24	3,35
Compulsory secondary schools	312	1.362	0,31	4,84
Outdoor measurements		527	0,40	2,85
Indoor measurements		835	0,26	4,84
Primary care centres	227	638	0,21	3,21
Outdoor measurements		249	0,31	3,21
Indoor measurements		389	0,15	2,73
Hospitals	50	294	0,56	5,75
Outdoor measurements		90	0,56	5,04
Indoor measurements		204	0,56	5,75
Nursing and care homes	262	910	0,30	6,21
Outdoor measurements		339	0,43	6,21
Indoor measurements		571	0,22	4,25
Private homes	342	892	0,80	16,54
Outdoor measurements		364	1,18	16,25
Indoor measurements		528	0,54	16,54
Public parks	369	645	0,44	3,40
Outdoor measurements		644	0,44	3,40
Indoor measurements		1	0,15	0,15
Other	2.042	4.945	0,59	20,01
Outdoor measurements		3.818	0,69	20,01
Indoor measurements		1.127	0,28	10,28
Total	4.598	13.397	0,45	

Rys. 14 Podział punktów pomiarowych ze względu na środowisko wraz z wynikami [39]

12. BADANIA PEM W IRLANDII

12.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Komisja ds. Regulacji Komunikacji (org. Commission for Communications Regulation – ComReg) jest organem wydającym zezwolenia na korzystanie z częstotliwości radiowych w Irlandii. Warunkiem wydania licencji przez ComReg jest zapewnienie przez licencjobiorcę, że emisja promieniowania niejonizującego z każdego nadajnika mieści się w granicach określonych w wytycznych opublikowanych przez Międzynarodową Komisję ds. Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym (ICNIRP).

Za ochronę społeczeństwa przed potencjalnymi skutkami ekspozycji na pole elektromagnetyczne odpowiedzialny jest Departament Środowiska, Społeczności i Samorządu Lokalnego (org. Department of Environment, Community and Local Government of Ireland). W 2007 r. zgodnie z zaleceniami grupy eksperckiej powołanej do zbadania skutków zdrowotnych pól elektromagnetycznych rząd irlandzki zdecydował, że Irlandzki Instytut Ochrony Radiologicznej (org. Radiological Protection Institute of Ireland – RPII) powinien zająć się zarówno promieniowaniem jonizującym, jak i niejonizującym [41].

12.2 Kluczowe akty prawne

W Irlandii ochrona przed polami elektromagnetycznymi nie jest obecnie prawnie uregulowana. ComReg swoje działania w odniesieniu do promieniowania niejonizującego opiera się na zaleceniach ICNIRP.

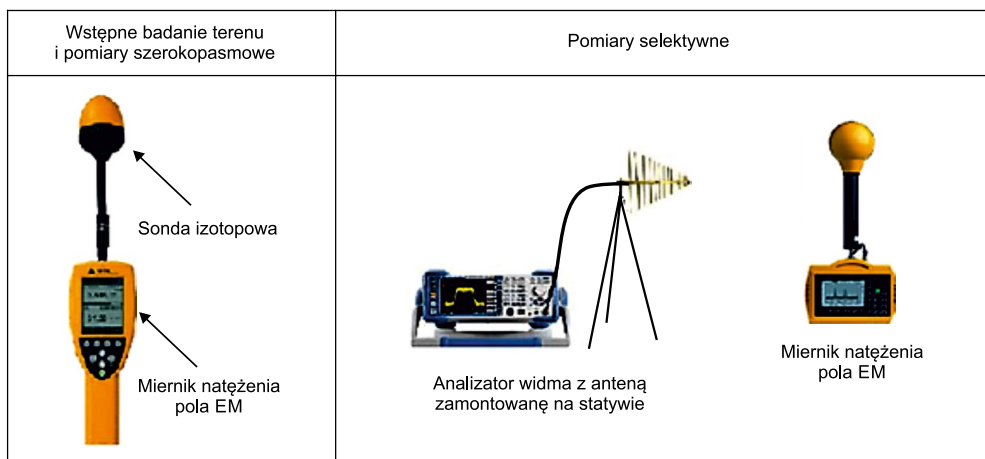
12.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Pomiary natężenia PEM w pobliżu części licencjonowanych stacji nadawczych w całym kraju organizuje Komisja ds. Regulacji Komunikacji (ComReg). Każde badanie obejmuje pomiar poziomów emisji promieniowania niejonizującego w punkcie występowania najwyższych emisji (w obszarze dostępnym publicznie) związanych z nadajnikiem. Stacje są badane w celu oceny zgodności z warunkami licencji odnoszącymi się do emisji promieniowania niejonizującego. Pomiary emisji promieniowania niejonizującego są przeprowadzane zgodnie z metodologią przedstawioną w dokumencie ComReg 08/51, który zawiera wiele metod i procedur pomiarowych opisanych w normie EN 50492:2008 +A1:2014 Norma podstawowa dotycząca miejscowych pomiarów natężeń pól elektromagnetycznych związanych z ekspozycją ludzi w otoczeniu stacji bazowych oraz w zaleceniu ECC (02)04 [42], opublikowanym przez Komitet ds. Łączności Elektronicznej (ECC) w ramach Europejskiej Konferencji Poczty i Telekomunikacji (CEPT). Pomiary natężenia pola elektromagnetycznego w większości przypadków przeprowadzane są w trzech etapach, w następujący sposób:

1. Wstępne badanie na danym obszarze
We wszystkich badanych lokalizacjach przeprowadza się pomiary wstępne za pomocą miernika natężenia pola elektromagnetycznego z dołączoną sondą szerokopasmową (zwykle w zakresie od 100 kHz do 3 GHz) w celu wytypowania miejsca występowania maksymalnego natężenia PEM.
2. Pomiary szerokopasmowe
Po wytypowaniu miejsca występowania maksymalnego natężenia PEM, miernik natężenia pola elektromagnetycznego z sondą szerokopasmową jest montowany na nieprzewodzącym statywie, a natężenie PEM jest rejestrowane przez okres przekraczający 6 minut.

3. Pomiary selektywne

Pomiary emisji dla określonych częstotliwości są przeprowadzane w tych samych miejscach przy użyciu analizatora widma i anten dostosowanych do mierzonych częstotliwości. Analizator widma jest ustawiony tak, by zakres częstotliwości skanować w sposób ciągły przez okres 6 minut.



Rys. 15 Przykładowy zestaw pomiarowy używany do pomiaru PEM [42]

12.4 Monitoring PEM

W 2009 r. ComReg zlecił inżynierom z firmy Vilicom Engineering Ltd. wykonanie 15 pomiarów emisji promieniowania niejonizującego. W wytypowanych punktach zlokalizowanych w pobliżu stacji bazowych zostało zmierzone natężenie pola elektrycznego. Tabl. 7 przedstawia zmierzone poziomy dla lokalizacji Dublin Main Street wraz z odpowiednimi wartościami dopuszczalnymi, zgodnymi z poziomami odniesienia wskazanymi w zaleceniu 1999/519/EC [2], które z kolei odpowiadają wytycznym ustanowionym przez ICNIRP w 1998 r. dla narażenia ogółu społeczeństwa. Obejmują one poziomy zmierzone w odniesieniu do emisji w miejscu nadajnika, a także poziomy emisji z pobliskich lokalizacji, jeśli są szczególnie wysokie w danym miejscu [42].

12.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Nie znaleziono informacji na temat monitoringu pól o niskich częstotliwościach w Irlandii.

13. BADANIA PEM NA LITWIE

13.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Zgodnie z art. 46 ustawy telekomunikacyjnej [43], Urząd Regulacji Łączności Republiki Litewskiej (RRT) monitoruje zgodność z wymogami regulacyjnych przepisów radiowych. Kontroluje i analizuje, widmo częstotliwości radiowych zajmowane przez różne stacje radiowe, oraz czy poziomy zakłóceń radiowych są zgodne z wymogami prawnymi.

Zgodnie z ustawą o zdrowiu publicznym [44] państwo, Ministerstwo Zdrowia i gminy odpowiedzialne są za monitorowanie zagrożeń wpływających na zdrowie obywateli. Zgodnie z ustawą o telekomunikacji RRT [43] monitoruje zgodność z wymogami licencyjnymi i może wymagać od firm bezpiecznego działania instalacji lub wprowadzić tymczasowych zakazy działania.

Tabl. 7 Wyniki pomiarów dla określonej lokalizacji – Dublin Main Street [40]

Table of Frequency Selective Measurement Results					
Emission Type	Frequency	Measured Level (V/m)	Adjusted Level (V/m)	ICNIRP Limit (V/m)	Times below Limit [adjusted Values]
PMR	72.261	0.009772	0.009772	28.0	2865
PMR	71.377	0.009016	0.009016	28.0	3106
PMR	71.604	0.006546	0.006546	28.0	4277
PMR	78.439	0.008366	0.008366	28.0	3347
PMR	77.865	0.007745	0.007745	28.0	3615
FM Radio	90.643	0.009099	0.009099	28.0	3077
FM Radio	92.898	0.008017	0.008017	28.0	3493
PMR	156.972	0.003416	0.003416	28.0	8197
T-DAB	227.653	0.006753	0.007980	28.0	3509
T-DAB	223.706	0.006471	0.007647	28.0	3661
TETRA	390.833	0.002480	0.004296	28.0	6518
PMR	456.276	0.000669	0.000669	29.4	43895
TV PAL	530.760	0.010375	0.013148	31.7	2409
TV PAL	613.080	0.007456	0.009449	34.0	3603
TV PAL	769.880	0.008385	0.010626	38.2	3590
GSM	955.450	7.906786	15.813573	42.5	3
GSM	956.850	4.159106	8.318212	42.5	5
GSM	957.433	3.815048	7.630096	42.5	6
GSM	958.600	0.981748	1.963496	42.6	22
GSM	939.350	0.122885	0.245771	42.1	171
GSM	948.683	0.085803	0.171605	42.4	247
GSM	1854.250	0.190766	0.381531	59.2	155
GSM	1838.500	0.177011	0.354022	59.0	167
GSM	1857.000	0.017885	0.035771	59.3	1656
UMTS TDD	1911.000	0.209894	0.767300	60.1	78
UMTS FDD	2148.767	0.026242	0.169701	61.0	359
UMTS FDD	2113.533	0.016088	0.104036	61.0	586
UMTS FDD	2126.133	0.007682	0.049680	61.0	1228
UMTS FDD	2168.367	0.006800	0.043973	61.0	1387
UMTS FDD	2131.733	0.005781	0.037384	61.0	1632
WiFi	2433.957	0.006339	0.024594	61.0	2480
WiFi	2454.275	0.001122	0.006252	61.0	9757
FWALA	3544.667	0.004290	0.010823	61.0	5636
FWALA	3765.200	0.022882	0.057724	61.0	1057
FWALA	3759.800	0.001122	0.031071	61.0	1963
FWALA	3745.700	0.001122	0.026264	61.0	2323
FWALA	3750.500	0.001122	0.022328	61.0	2732
WiFi	5676.550	0.001950	0.007565	61.0	8063

13.2 Kluczowe akty prawne

Na Litwie obowiązują:

1. Prawo Zdrowia Publicznego (org. Lietuvos Respublikos visuomenės sveikatos priežiūros įstatymas), obowiązujące od: 16.05.2002 r.
<https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.DD80CF948782> [44].
2. Ustawa telekomunikacyjna (org. Lietuvos Respublikos elektroninių ryšių įstatymas), z 15.04.2004 r., ostatnia zmiana 30.06.2018 r.
<https://www.e-tar.lt/portal/en/legalAct/6d0095f07c4611e8ae2bfd1913d66d57> [43].
3. Norma Higieniczna HN 80:2015 (org. Dėl Lietuvos higienos normos HN 80:2015 „Elektromagnetinis laukas darbo vietoje ir gyvenamojoje aplinkoje. Parametrų normuojamos vertės ir matavimo reikalavimai 10 kHz-300 GHz Radijo dažnių juostoje“)
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/486a6d707f4alle59aled226d1cbceb5> [45].
4. Norma Higieniczna HN 104:2011 (org. Dėl Lietuvos Higienos Normos HN 104:2011 „Gyventojų sauga nuo elektros linijų sukuriamo elektromagnetinio lauko“)
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.400299?jfwid=-fxdp8no3> [46].

13.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Regulacje w zakresie częstotliwości radiowych, obejmujące stacje bazowe systemów komórkowych o skutecznej mocy powyżej 25 W, są określone w normie higienicznej HN 80:2015 Pola elektromagnetyczne w środowisku. Wartości i wymagania pomiarowe w pasmie radiowym 10 kHz-300 GHz [45]. Norma podaje, że:

- przy uruchomieniu nowego obiektu stosuje się procedurę postępowania zatwierdzoną przez Ministra Zdrowia Republiki Litewskiej w 2.03.2011 r.;
- operator musi monitorować pole elektromagnetyczne zgodnie z planem koordynowanym z Krajowym Centrum Zdrowia Publicznego, zgodnie z procedurą ustanowioną w aktach prawnych;
- pomiary natężenia pola elektromagnetycznego muszą być wykonywane podczas normalnej pracy obiektu;
- pomiary pola elektromagnetycznego w pomieszczeniach muszą być wykonywane na wysokości 1,1 m, 1,5 m i 1,7 m na środku powierzchni podłogi oraz w odległości 1 m od okien;
- pomiary pola elektromagnetycznego obszarze wokół są przeprowadzane na wysokości 1,1 m, 1,5 m i 1,7 m nad poziomem terenu;
- gdy obiekty radiotechniczne emitują PEM w kilku pasmach częstotliwości radiowych należy je zsumować, zgodnie z podanymi wzorami [45].

W przypadku przekroczenia wartości granicznych operator powinien zmniejszyć moc nadajnika lub w przypadku braku takiej możliwości zaprzestać wykorzystywania obiektu.

Portal podaje również numer protokołu z pełnymi danymi.

13.4 Monitoring PEM

Regionalne ośrodki zdrowia prowadzą lub monitorują pomiary pól elektromagnetycznych.

Ośrodki zdrowia udostępniają publicznie informacje na temat pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez stacje bazowe telefonii komórkowej. Roczne dane z monitorowania muszą być dostępne publicznie, tj. opublikowane na stronach internetowych, w lokalnej prasie lub innych mediach.

Skrócone wyniki pomiarów są publikowane na portalu Ministerstwa Zdrowia (wyniki dla wybranych punktów pomiarowych w otoczeniu stacji bazowych, bez podania ich współrzędnych geograficznych):

<http://npsc.lrv.lt/lt/paslaugos/informacijos-rinkmenos/radiotechniniu-objektu-elektromagnetines-spinduliuotes-matavimu-rezultatai>.

Portal podaje również numer protokołu z pełnymi danymi.

13.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Nie znaleziono informacji na temat monitoringu pól o niskich częstotliwościach na Litwie.

Natomiast zapewnienie zgodności z przepisami dotyczącymi linii elektroenergetycznych wysokiego napięcia należy do operatora instalacji, który musi udowodnić zgodność z obliczeniami lub pomiarami. Badania są przeprowadzane przez certyfikowanych usługodawców w imieniu operatora. W przypadku wykrycia przekroczeń operator musi je wyeliminować, podejmując odpowiednie działania. Pomiary natężenia pola są przeprowadzane w normalnych warunkach pracy [46].

Norma HN 104 [46] ustala wartości dopuszczalne w środowisku w pobliżu linii wysokiego napięcia 50 Hz o napięciu ponad 330 kV, przy czym wyróżnia się dwie strefy:

- we wnętrzach mieszkań, budynków publicznych i biur dopuszczalne jest natężenie pola elektrycznego 0,5 kV/m lub natężenie pola magnetycznego 20 μ T;
- w pobliżu lokalizacji określonych w pierwszym punkcie (w promieniu 300 m) wartości natężenia pola nie mogą być większe niż pomnożone przez współczynnik 2 (odpowiednio: 1 kV/m lub 40 μ T).

14. BADANIA PEM W NIEMCZECH

14.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Monitorowanie zgodności z przepisami o ochronie w zakresie emisji urządzeń radiowych realizowane jest w Niemczech przez Federalną Agencję Sieci ds. Energii Elektrycznej, Gazu, Telekomunikacji, Poczty i Kolei (BNetzA) [47], która podlega Federalnemu Ministerstwu Gospodarki i Energii oraz przez właściwe władze lokalne w zakresie niskich częstotliwości.

14.2 Kluczowe akty prawne

W Niemczech obowiązują:

1. Ustawa o ochronie przed szkodliwymi skutkami środowiskowymi spowodowanymi zanieczyszczeniem powietrza, hałasem, wibracjami i podobnymi procesami (org. Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG)),

obowiązująca od 5.03.1974 r., ostatnia zmiana 18.07.2017 r.
<https://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/> [48].

2. Rozporządzenie w sprawie wdrożenia federalnej ustawy o kontroli emisji (org. 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte - und Maschinenlärmschutzverordnung - 32. BImSchV)), z 29.08.2002 r.
https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_32/BJNR347810002.html [49].
3. Rozporządzenie w sprawie metod ograniczania pól elektromagnetycznych (org. Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV)), z 20.08.2002 r.
<http://www.gesetze-im-internet.de/bemfv/> [50].

14.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Dla systemów wieloczęstotliwościowych, o mocy większej niż 10 W EIRP, jest prowadzona procedura certyfikacji lokalizacji stacji emitującej PEM w BNetzA. W przypadku nowego obiektu lub znaczącej modyfikacji obiektu nadawczo-odbiorczego, operator musi dostarczyć wszystkie dane niezbędne do obliczania pól występujących w sąsiedztwie obiektu. BNetzA oblicza następnie na podstawie tych danych natężenie pola elektrycznego, biorąc pod uwagę wszystkie inne urządzenia, w tym również innych operatorów, występujące w danej lokalizacji i biorąc pod uwagę tło wysokiej częstotliwości, spowodowane przez pobliskie lokalizacje, a także uwzględniając „margines bezpieczeństwa związany z lokalizacją”, zakładając możliwości najwyższego wykorzystania zasobów operacyjnych obiektu.

Certyfikat lokalizacji zostanie wydany, jeżeli odległość bezpieczna związana z lokalizacją mieści się w „obszarze chronionym” (tj. wewnątrz obszaru dostępnego tylko dla osób przeszkolonych).

Możliwe jest również uzyskanie końcowego certyfikatu lokalizacji po wykonaniu pomiarów na miejscu, na przykład, gdy obliczenia nie zapewniają dokładnych wyników. Aby móc przeprowadzać pomiary, wydaje się tymczasowe zezwolenie na prowadzenie działalności (tak zwane „tymczasowe świadectwo lokalizacji”).

Ponadto BNetzA wykonuje pomiary losowe lub pomiary na żądanie. Pomiary i obliczenia oparte są na normie DIN EN 50413:2009 Norma podstawowa w zakresie metod pomiarów i obliczeń ekspozycji ludzi w polach elektrycznych, magnetycznych i elektromagnetycznych (0 Hz - 300 GHz).

14.4 Monitoring PEM

BNetzA, we współpracy z ministerstwami środowiska krajów federalnych, przeprowadza roczną metrologiczną ocenę całkowitych emisji w 2000 lokalizacjach. Wyniki zbiorcze statystyczne, były publikowane do 2014 r. na ogólnodostępnym portalu, w postaci mapy z zaznaczonymi punktami pomiarowymi. Do bazy nowszych danych dostęp jest autoryzowany, ale raporty są dostępne na portalu https://emf.bundesnetzagentur.de/ams_standorte.html.

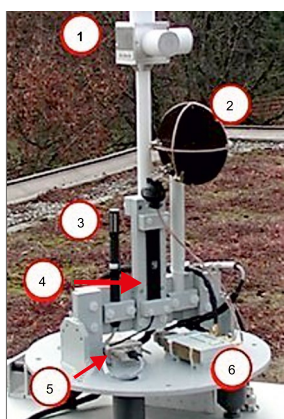
Od 19 marca 2007 r. BNetzA wykorzystuje automatyczny system pomiarowy do rejestrowania i oceny lokalnych emisji PEM od urządzeń radiowych. System składa się w sumie z 14 mobilnych stacji pomiarowych. Stacje pomiarowe są przemieszczane co kilka miesięcy na inne wytypowane lokalizacje. Lokalizacje typowane są przez urzędy krajów związkowych. Dane tech-

niczne stacji pomiarowych opublikowane są na portalu https://emf.bundesnetzagentur.de/ams_technik.html, ale nie został ujawniony producent urządzeń.

Z każdej lokalizacji sporządzany jest raport zawierający dane o lokalizacji, metodyce pomiarowej i wynikach zbiorczych. Wyniki prezentowane są jako procent wartości granicznej dla zakresów częstotliwości od 9 kHz do 10 MHz oraz od 100 kHz do 3 GHz.



Rys. 16 Urządzenie pomiarowe stosowane w monitoringu PEM w Niemczech (na górze: głowica pomiarowa, na dole: skrzynia pomiarowa)



Rys. 17 Głowica pomiarowa urządzenia stosowanego w monitoringu PEM w Niemczech – widok bez obudowy

- 1 – antena pomiarowa pola elektrycznego (30 MHz – 3 GHz);
- 2 – antena pomiarowa pola magnetycznego (9 kHz – 200 MHz);
- 3 – czujnik temperatury / wilgotności;
- 4 – modem i antena GPRS;
- 5 – przetwornik sygnałów;
- 6 – przełącznik anten.

14.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Nie znaleziono informacji na temat monitoringu pól o niskich częstotliwościach w Niemczech.

Natomiast operator systemu niskiej częstotliwości lub systemu prądu stałego o napięciu znamionowym 110 kV i więcej powinien zgłosić instalację właściwemu organowi, co najmniej dwa tygodnie przed jej uruchomieniem lub jakąkolwiek istotną modyfikacją. Szczegółowe wa-



Rys. 18 Urządzenie pomiarowe stosowane w monitoringu PEM w Niemczech – przykład lokalizacji

runki określone są w Rozporządzeniu w sprawie metod ograniczania pól elektromagnetycznych [50]. Wycofanie systemu z eksploatacji podlega również zgłoszeniu.

Pomiary w działających systemach mogą być dokonywane na żądanie lub w przypadku wykrycia nieprawidłowości. Pomiary i obliczenia oparte są na normie DIN EN 50413:2009 Norma podstawowa w zakresie metod pomiarów i obliczeń ekspozycji ludzi w polach elektrycznych, magnetycznych i elektromagnetycznych (0 Hz - 300 GHz).

15. BADANIA PEM W PORTUGALII

15.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Krajowy Urząd ds. Komunikacji (org. Autoridade Nacional de Comunicações – ANACOM) ma za zadanie regulowanie sektora łączności, w tym komunikacji elektronicznej i pocztowej, oraz jako niezależny organ administracyjny zapewnienie pomocy rządowi w ww. dziedzinach.

W decyzji z dnia 16 września 2011 r. ANACOM zatwierdził projekt rozporządzenia w sprawie metodologii monitorowania i pomiaru poziomów natężenia pól elektromagnetycznych wynikających z emisji stacji radiokomunikacyjnych [51].

Podjęto decyzję o przedłożeniu tego projektu rozporządzenia do procedury konsultacji regulacyjnej przewidzianej w art. 11 statutu ANACOM, opublikowanej w załączniku do dekretu z mocą ustawy nr 309/2011 z dnia 7 grudnia 2011 r. [52].

Zgodnie z ust. 1. art. 12 dekretu z mocą ustawy nr 11/2003 z dnia 18 stycznia 2003 r. przedsiębiorstwa upoważnione do instalowania i używania stacji radiokomunikacyjnych, zajmujące

się udostępnianiem społeczeństwu usług komunikacji elektronicznej, są zobligowane do zatwierdzania rocznych planów dotyczących monitorowania i pomiarów poziomów natężenia pola elektromagnetycznego powstałego na skutek emisji z tychże stacji [51].

15.2 Kluczowe akty prawne

W Portugalii obowiązują:

- Dekret Ministerstwa Gospodarki i Miast, Planowanie Przestrzennego i Środowiska (org. Ministérios da Economia e das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente) dotyczący licencjonowania sieci i stacji radiokomunikacyjnych, a także nadzoru nad instalacjami stacji oraz wykorzystania widma radiowego – Decree-Law no. 11/2003, 18.01.2003;
- Rozporządzenie określające metodę przygotowania planów monitorowania i pomiaru poziomów natężenia pól elektromagnetycznych wytwarzanych przez stacje radiokomunikacyjne – Regulation no. 96-A/2007, 29.05.2007;
- Dekret definiujący zasady licencjonowania sieci i stacji radiokomunikacyjnych oraz nadzoru nad instalacją stacji i wykorzystaniem widma radiowego, a także określenie zasad ochrony przed polem elektromagnetycznym i podziału infrastruktury radiowej – Decreto-Lei no. 151-A/2000, 20.07.2000.

15.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Metodyka opublikowana w Dzienniku Urzędowym z dnia 29 maja 2007 r. w rozporządzeniu nr 96-A/2007, polega na systematycznej ocenie pól elektromagnetycznych ze stacji znajdującej się blisko miejsca przebywania człowieka. Proces ten jest przeprowadzony przez operatorów i ANACOM.

Prezentacja wyników:

1. Zgodnie z art. 12 ust. 4 dekretu [53], wyniki monitorowania są przedstawiane raz na kwartał przez przedsiębiorstwa – najpóźniej do końca miesiąca następującego po kwartale, wyniki powinny zostać przekazane do ANACOM, właściwego Ministerstwa Zdrowia oraz radom gmin, w których znajdują się stacje objęte monitoringiem PEM.
2. Nie mniej niż 15% rocznych wyników monitorowania ma być przedstawianych, co kwartał.
3. W przypadku obiektów, w których istnieje więcej niż jedna stacja wykorzystywana przez różne przedsiębiorstwa, wyniki może przedstawiać tylko jedno przedsiębiorstwo, należy jednak opisać środowisko pomiarów podczas prezentacji planów monitorowania i pomiarów.
4. ANACOM może udostępniać wyniki wykonanego pomiaru.

Rozporządzenie zawierające: metodykę, procedury monitorowania i pomiaru poziomów PEM pochodzących od stacji radiokomunikacyjnych, przedstawiono w dokumentacji zamieszczonej na stronie ANACOM [54]. Metodyka pomiarowa bazuje na metodzie opisanej w zaleceniu ECC (02)04 opublikowanym przez Komitet ds. Łączności Elektronicznej (ECC) w ramach Europejskiej Konferencji Poczty i Telekomunikacji (CEPT).

15.4 Monitoring PEM

Plany monitorowania i pomiarów PEM w odniesieniu do każdego roku są skoncentrowane na stacjach, które rozpoczęły działanie w okresie sprawozdawczym. W zależności od usługi radiokomunikacyjnej, w planach monitorowania i pomiarów PEM uwzględnia się następujące stacje:

- usługi naziemnej łączności ruchomej: wszystkie stacje, których antena znajduje się wewnątrz, na fasadzie lub na dachu budynku;
- transmisje radiowe i telewizyjne: wszystkie stacje bez względu na położenie anteny;
- usługa stała: wszystkie stacje umieszczone na szczycie lub na fasadzie budynków, gdzie ogół społeczeństwa ma dostęp (promień 3 m w kierunku maksymalnej emisji oraz EIRP równa lub przekraczająca 33 dBW).

W planie monitoringu uwzględnia się wszystkie stacje, których warunki pracy zostały zmodyfikowane, a w następstwie takich modyfikacji istnieje prawdopodobieństwo zwiększenia wartości pól elektromagnetycznych w miejscach, do których ma dostęp ogół ludności.

Stacje, dla których w poprzednich pomiarach uzyskano wartości poniżej 17 dB w stosunku do obowiązującego poziomu referencyjnego są zwolnione z wymogu określonego w poprzednim punkcie, pod warunkiem, że szacowany wzrost wartości natężenia pola elektrycznego nie przekracza 3 dB.

ANACOM może, w przypadku modernizacji stacji, zezwolić na przesunięcie pomiaru PEM w otoczeniu stacji do następnego roku, biorąc pod uwagę dane z poprzednich lat.

Plany monitorowania i pomiarów PEM, ustalane w porozumieniu z operatorami, wymagają zatwierdzenia przez ANACOM.

Nie znaleziono informacji odnośnie dostępności wyników monitorowania i pomiarów PEM dla ogółu społeczeństwa.

15.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Nie znaleziono informacji o monitoringu pól o niskich częstotliwościach w Portugalii.

16. BADANIA PEM W SERBII

16.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Akty prawne i rozporządzenia regulujące kwestie związane z polem elektromagnetycznym wydaje Ministerstwo Środowiska i Planowania Przestrzennego. Regulatorem w zakresie zatwierdzania instalacji radiowych jest Serbski Urząd Regulacyjny ds. Telekomunikacji (org. Регулаторна агенција за електронске комуникације и поштанске услуге RATEL). Badania wykonują akredytowane firmy spełniające warunki określone w niżej wskazanym rozporządzeniu dotyczącym warunków, które muszą spełnić podmioty prawne, które wykonują zadania systematycznego badania poziomów promieniowania niejonizującego [55].

16.2 Kluczowe akty prawne

W Serbii obowiązują:

1. Prawo dotyczące ochrony przed promieniowaniem niejonizującym (org. Zakon o zaštiti od ne jonizujućih zračenja) Dziennik Serbii nr 36/2009. („Sl. Glasnik RS”, Br. 36/2009); http://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_od_nejonizujucih_zracenja.html [56].
2. Rozporządzenie w sprawie wartości granicznych dla promieniowania niejonizującego, nr 104/09 (org. Pravilniko granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima); www.sepa.gov.rs/download/strano/pravilnik5.pdf [57].
3. Rozporządzenie dotyczące źródeł promieniowania jonizującego bez szczegółowego określenia typów źródeł, rodzaju, metody i okresu obserwacji (org. Pravilnik o izvorima nejonizujućih pravilnik o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja, („Sl. Glasnik RS”, Br. 104/2009); <http://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/reg/viewAct/ef92e3d-3-6d0b-41c5-9607-72bfc738af21> [58].
4. Rozporządzenie dotyczące warunków, które muszą spełnić podmioty prawne, które wykonują zadania systematycznego testowania poziomów promieniowania niejonizującego, a także metody i metod systematycznego testowania w środowisku (org. Pravilnik o uslovi-ma koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja, kao i način i metode sistematskog ispitivanju u životnoj sredini); http://www.kombeg.org.rs/aktivnosti/c_tehno/Detaljnije.aspx?veza=1224 [55].

16.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

W Serbii obowiązuje procedura zatwierdzania instalacji radiowych zgodnie z Rozporządzeniem [58]. W przypadku nowych instalacji lub rozszerzeń, które mogą mieć wpływ na wyniki emisji w otoczeniu instalacji, wymagane jest wcześniejsze złożenie deklaracji zgodności z dopuszczalnymi wartościami granicznymi do właściwego organu. W przypadku instalacji radiowych jest to RATEL. Jeśli na danym obszarze spodziewana jest emisja o poziomie przekraczającym wartość graniczną o ponad 10% (tzw. „miejsca o zwiększonej wrażliwości”), powinny zostać przedstawione obliczenia poziomów emisji, które wykazują zgodność z odnośnymi przepisami.

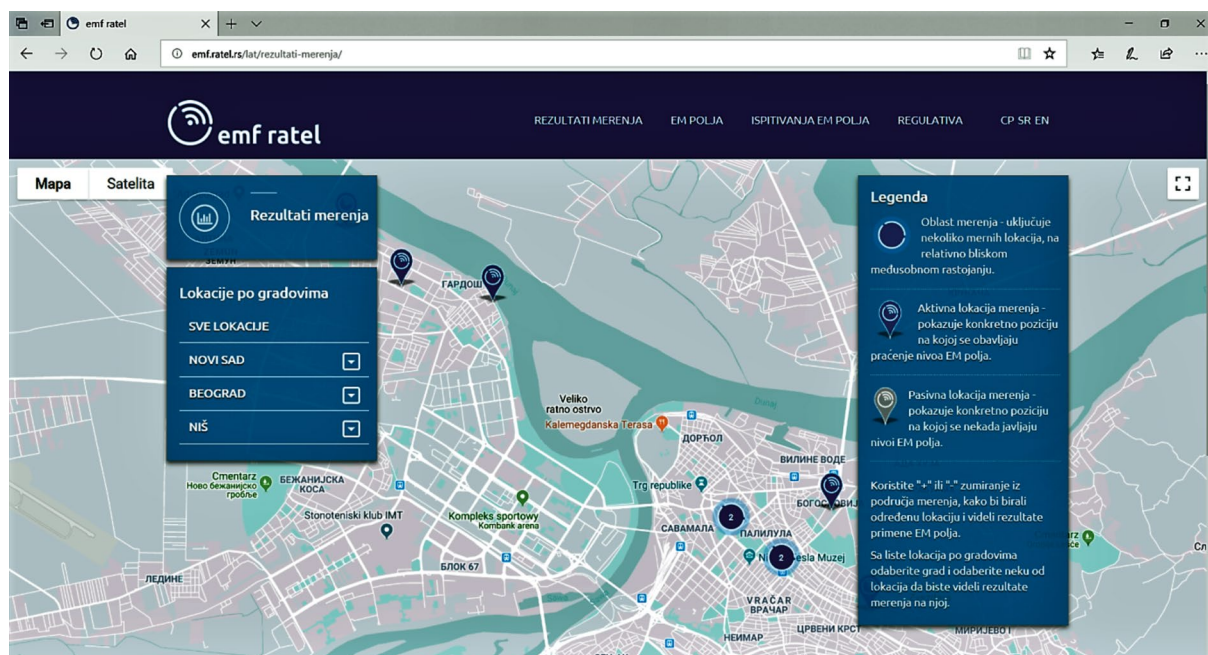
Kontrole zgodności są przeprowadzane przez zewnętrzne instytuty badawcze uznane przez właściwy organ [58]. Minimalne wymagania dotyczące kwalifikacji instytucji badawczych i procedura pomiaru emisji są określone w Rozporządzeniu [55].

Po uruchomieniu urządzenia, w celu wykazania zgodności z ograniczeniami w znajdujących się na danym obszarze „miejscach o zwiększonej wrażliwości”, w ciągu 30 dni należy wykonać pomiary.

Ponadto instalacje radiowe, zakwalifikowane do kategorii „instalacja specjalna”, powinny być poddawane pomiarom kontrolnym co dwa lata [58].

16.4 Monitoring PEM

W Serbii działa monitoring PEM zarządzany przez RATEL. Obejmuje on trzy miasta tj. Belgrad (10 stacji pomiarowych), Nowy Sad (4 stacje pomiarowe) i Nis (3 stacje pomiarowe) – <http://emf.ratel.rs/eng/index/> [59].



Rys. 19 Portal EMF RATEL – monitoring w Serbii [57]



Rys. 20 Monitor szerokopasmowy AMB 8057/03 z czterozakresową sondą EP-4B-01 – monitoring w Serbii

Do budowy systemu monitoringu zwanego SEMONT [60] wykorzystano sprzęt firmy NARDA – monitor szerokopasmowy AMB 8057/03 z sondą czterozakresową EP-4B-01.

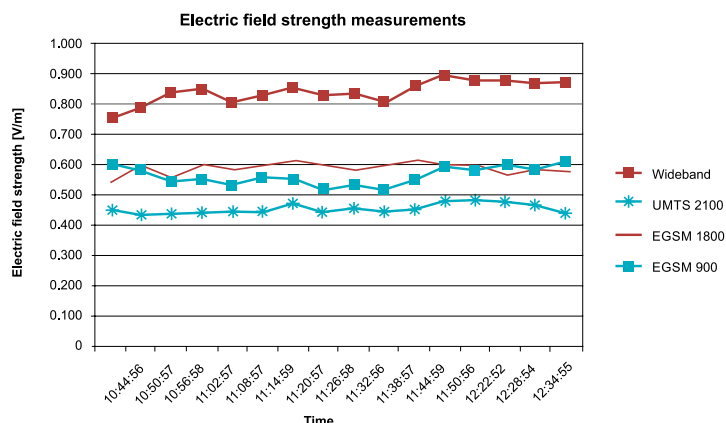
Stacje pomiarowe, aktualnie stosowane w systemie SEMONT, są przeznaczone do wykonywania pomiarów PEM w zakresie częstotliwości od 100 kHz do 3 GHz, a wyniki odnoszą do poziomu odniesienia pola elektrycznego ustawianego w zakresie od $E_{\text{refmin}} = 11 \text{ V/m}$ do $E_{\text{refmax}} = 34,8 \text{ V/m}$.

Metoda pomiaru poziomu pola elektrycznego zazwyczaj składa się z trzech faz. W pierwszej fazie wykonuje się tzw. skanowanie przestrzeni w celu znalezienia poziomu maksymalnego. Odbywa się to w określonej sieci punktów testowych, w celu określenia punktu, w którym występuje lokalne maksimum pola (tzw. „gorący punkt”).

W drugiej fazie, w wybranym „gorącym punkcie”, natężenie pola elektrycznego mierzy się na określonych różnych wysokościach. Na podstawie zmierzonych wartości określana jest średnia wartość natężenia pola elektrycznego, co jest podstawą do oceny narażenia dla ciała ludzkiego. W trzeciej fazie przeprowadzana jest ocena potencjalnej ekspozycji na pole elektryczne.

Wyniki pomiarów są przedstawione na wykresie obejmującym 14 dni i mogą przedstawiać:

- wartość zmierzoną;
- dopuszczalną wartość graniczną;
- dolną wartość niepewności;
- górną wartość niepewności.

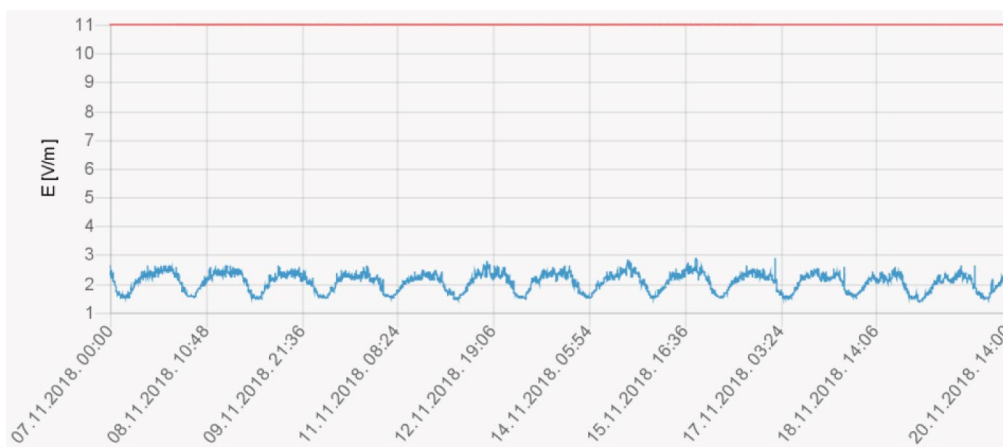


Rys. 21 Przykładowy szczegółowy wyniki pomiaru – monitoring w Serbii [59]

Zmierzone wartości są uśredniane w 6-minutowych, nie nakładających się przedziałach czasu [59]. Istnieje możliwość uzyskania wyników dla poszczególnych zakresów częstotliwości (Rys. 21), niemniej tak szczegółowe dane nie są dostępne na portalu [59].

16.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Nie znaleziono informacji na temat monitoringu pól o niskich częstotliwościach w Serbii.



Rys. 22 Przykładowy wynik pomiaru – monitoring w Serbii [59]

Natomiast w Serbii obowiązuje procedura zatwierdzania instalacji niskiej częstotliwości. Określone są także zakresy wartości granicznych. W przypadku nowych instalacji lub rozbudo-

wy instalacji istniejących, które mogą mieć wpływ na poziom emisji w otoczeniu, deklarację zgodności z wartościami dopuszczalnymi należy złożyć właściwemu organowi z wyprzedzeniem.

Kontrole zgodności są przeprowadzane przez zewnętrzne instytucje badawcze uznane przez właściwy organ. Ponadto, w przypadku instalacji o niskiej częstotliwości przypisanych do kategorii „instalacja specjalna”, pomiary weryfikacyjne są planowane co cztery lata.

17. BADANIA PEM NA SŁOWACJI

17.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Za regulacje prawne dotyczące kwestii związanych z polem elektromagnetycznym odpowiada Ministerstwo Zdrowia Republiki Słowackiej.

Natomiast kontrole zgodności są przeprowadzane przez operatorów instalacji radiowych lub akredytowane laboratoria.

17.2 Kluczowe akty prawne

Na Słowacji obowiązują:

1. Ustawa nr 355/2007 – Ustawa o ochronie, promocji i rozwoju zdrowia publicznego oraz o zmianach niektórych ustaw; (org. Zákon č. 355 / 2007 Z. z. Zákon o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov); ostatnia zmiana 01.07.2018 r.
<http://www.epi.sk/zz/2007-355> [61].
2. Dekret Ministerstwa Zdrowia Republiki Słowackiej w sprawie szczegółów wymagań dotyczących źródeł pola elektromagnetycznego i granic narażenia ludności na promieniowanie elektromagnetyczne w środowisku (org. Vyhláška č. 534/2007 Z. z. Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky o podrobnostiach o požiadavkách na zdroje elektromagnetického žiarenia a na limity expozície obyvateľov elektromagnetickému žiareniu v životnom prostredí);
<http://www.epi.sk/zz/2007-534> [62].

17.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Za przeglądy systemów radiowych odpowiedzialne jest Ministerstwo Zdrowia i władze regionalne. Dokonywane przeglądy mogą mieć zarówno charakter prewencyjny, jak i represyjny (w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości).

Niezbędne kontrole zgodności są przeprowadzane przez operatorów systemów lub zewnętrzne akredytowane laboratoria (na zlecenie operatora). Wyniki są przekazywane organowi, który je bada. Ponadto planowane są regularne przeglądy.

W tym przypadku często wykonuje się obliczenia emisji lub odległości bezpieczeństwa, które dotyczą stanu największej możliwej ekspozycji przy najwyższym wykorzystaniu systemu. Emisje spowodowane przez sąsiednie instalacje wysokiej częstotliwości są uwzględniane w obliczeniach, jeżeli w znaczącym stopniu zwiększają wynik globalny dla rozważanej lokalizacji.

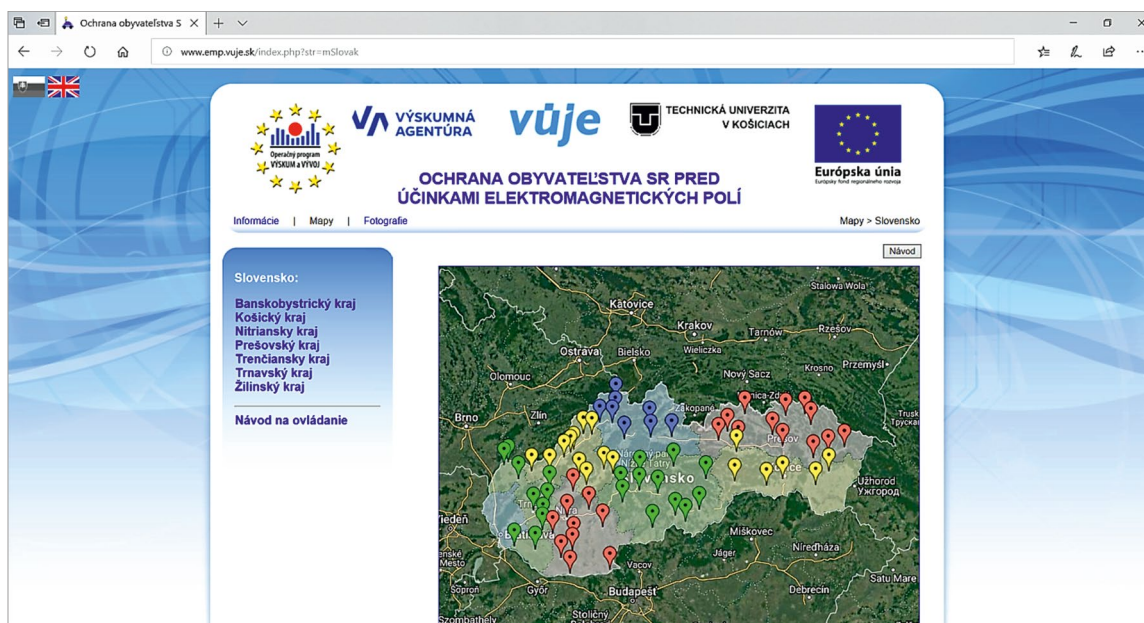
Wymaga się odpowiedniego uwzględnienia niepewności w wyniku obliczeń.

17.4 Monitoring PEM

Nie istnieją szczegółowe przepisy dotyczące wdrażania monitoringu w systemach radiowych.

W latach 2011 do 2015, na podstawie wsparcia Agencji Badawczej (dawniej Ministerstwa Edukacji, Nauki, Badań i Sportu Republiki Słowackiej ds. Funduszy Strukturalnych UE) prowadzono projekt monitoringu PEM w ramach Programu Operacyjnego Badań i Rozwoju, Działanie 2.2 Transfer wiedzy i technologii nabytych przez badania i rozwój.

Liderem projektu był VUJE a.s. mający status instytutu badawczego, współpracujący z Wydziałem Elektroenergetyki Politechniki w Koszycach. W projekcie wykorzystano stacje monitorujące AMS-8060 firmy NARDA instalowane na dachach budynków. VUJE a.s. dysponuje również stacjami mobilnymi z antenami zainstalowanymi na dachach samochodów osobowych. Na Słowacji umieszczono 56 punktów pomiarowych, ale pomiary w poszczególnych punktach prowadzono w trakcie projektu przez 1 do 2 tygodni dla każdego punktu pomiarowego. Wyniki prezentowane są na mapie interaktywnej na portalu projektu <http://www.emp.vuje.sk/> [63].

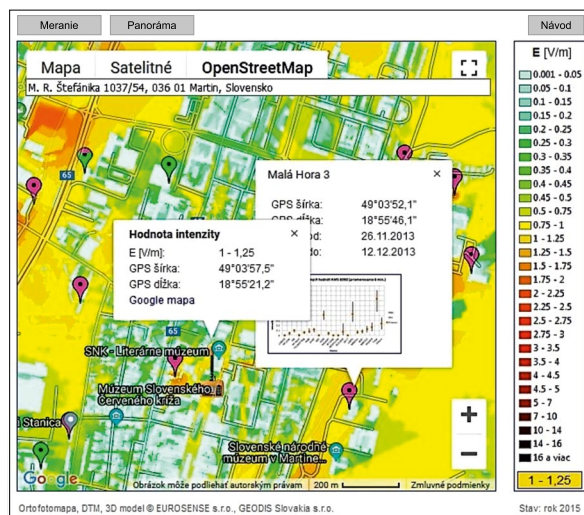


Rys. 23 Portal projektowanego systemu – monitoring na Słowacji [63]

Na szczegółowej mapie, z wykorzystaniem kolorowych symboli, zaznaczone są obiekty radiowe, stacje pomiarowe oraz zarejestrowane wartości PEM. Po kliknięciu w symbol oznaczający obiekt radiowy dostępne są informacje o jego danych technicznych oraz współrzędnych geograficznych i wynik natężenia pola elektromagnetycznego w postaci cyfrowej. Po kliknięciu w symbol oznaczający stację pomiarową otrzymuje się wyniki monitoringu w funkcji czasu.

17.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Analiza nie wskazała na istnienie szczegółowych przepisów dotyczących wdrażania monitoringu pól o niskich częstotliwościach. Za systemy wykorzystujące niskie częstotliwości, w tym linie energetyczne, jest odpowiedzialne Ministerstwo Zdrowia i władze regionalne.



Rys. 24 Przykładowy raport z jednej lokalizacji – monitoring na Słowacji



Rys. 25 Stacjonarne urządzenie pomiarowe – monitoring na Słowacji



Rys. 26 Mobilne urządzenie pomiarowe – monitoring na Słowacji



Rys. 27 Umieszczenie anten pomiarowych na dachu samochodu – monitoring na Słowacji

18. BADANIA PEM W SŁOWENII

18.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Ministerstwo Środowiska i Planowania Przestrzennego, monitoruje instalacje zarówno w fazie planowania, jak i w trakcie eksploatacji. Za przekroczenie wartości dopuszczalnych grożą sankcje (są stosowane grzywny i ograniczenia działalności, wyłączenia instalacji).

Informacje dotyczące poziomów PEM publikowane są również przez Instytut Promieniowania Niejonizującego (org. Inštitut za neionizirna sevanja – INIS). INIS posiada szerokie kompetencje do prowadzenia badań w tym zakresie.

18.2 Kluczowe akty prawne

W Słowenii obowiązują:

1. Rozporządzenie w sprawie pola elektromagnetycznego w środowisku naturalnym i żywym (org. Uredbo o elektromagnetnem sevanju v naravnem in ivljenjskem okolu); (Uradni list RS, št. 41/04 z dne 22.4.2004), obowiązuje od 06.12.1966 r.; ostatnia zmiana 22.04.2004 r. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED1387> [64].
2. Zasady dotyczące początkowych pomiarów i monitorowania operacyjnego źródeł pola elektromagnetycznego oraz warunki jego realizacji (org. Pravlinik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje) (Uradni list RS, št. 32/93 in 1/96), obowiązuje od 06.12.1996 r. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3184> [65].

18.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Operator jest zobowiązany do składania raportów w przypadku uruchamiania nowych instalacji lub znaczących zmian w istniejących. Niezbędne badania wykonywane są przez służby operatora lub są zlecane akredytowanym laboratoriom instytutów badawczych. Weryfikuje je regionalne biuro podległe ministerstwu ochrony środowiska. W przypadku wątpliwości może zarządzić badania kontrolne. Zgodność z wartościami granicznymi można ocenić zarówno na podstawie pomiarów, jak i obliczeń.

Wartości graniczne muszą być przestrzegane we wszystkich lokalizacjach, które są ogólnie dostępne. Jednakże rozporządzenie [64] przewiduje podział tych terenów na dwie strefy:

- Do strefy 1 należą obszary szpitali, łaźni, obiektów turystycznych, medycznych, domów opieki, szkół, przedszkoli, terenów mieszkalnych, obszary używane jako obszary mieszkalne w strefach przemysłowych lub rolniczych, place zabaw i parki publiczne. Zasadniczo strefa 1 ma znacznie niższe wartości dopuszczalne niż strefa 2 (ok. 30% wartości dopuszczalnej dla strefy 2 – patrz Tabl. 4).
- Strefa 2 obejmuje inne obszary aktywności publicznej (wartości dopuszczalne są tu bliskie poziomom odniesienia określonym w zaleceniu 1999/519/EC [2], które odpowiadają wytycznym ustanowionym przez ICNIRP w 1998 r. [1]).

Ponadto dla instalacji o maksymalnej mocy wyjściowej nadajnika przekraczającej 600 W, co trzy lata są wykonywane pomiary kontrolne [64]. Jeśli to konieczne, przeprowadzane są dodatkowe pomiary w miejscach wrażliwych (np. szkoły, przedszkola, szpitale).

Pomiary są wykonywane w miejscach, w których należy się spodziewać szczególnie wysokich wartości natężenia PEM. Badania powinny być wykonywane przy dużym obciążeniu stacji ruchem telekomunikacyjnym, tak aby moc wytwarzana przez instalację była maksymalna. Pomiary wykonywane są zgodnie z normami:

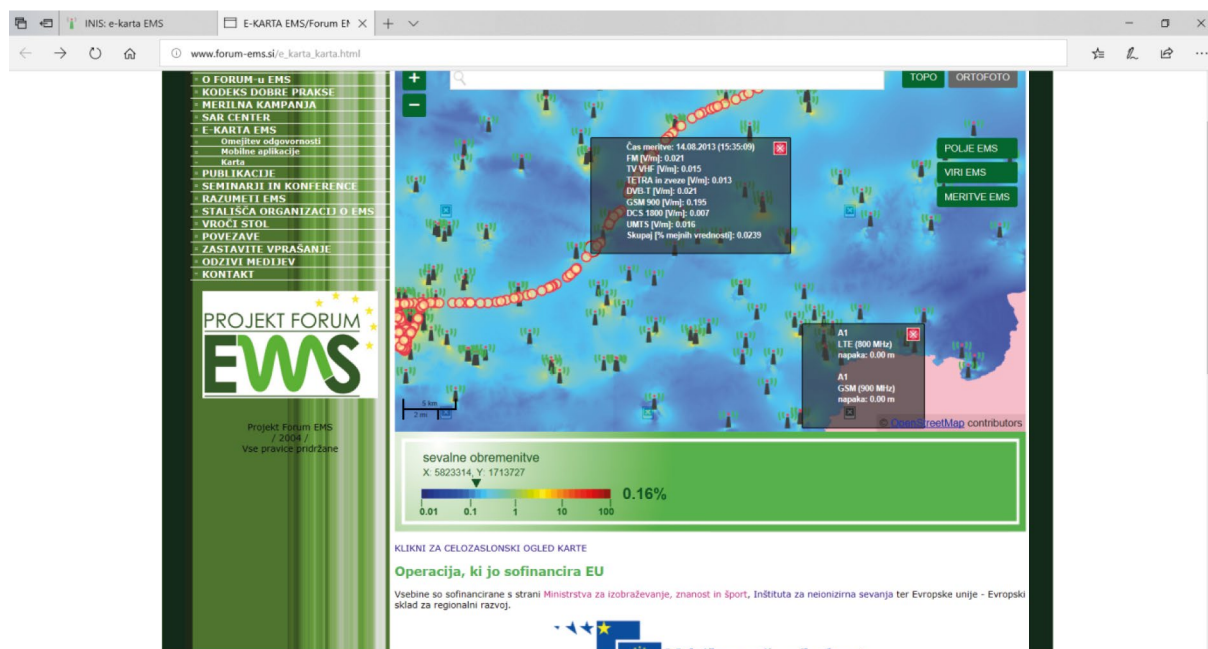
- SIST EN 50492:2009 +A1:2014 Norma podstawowa dotycząca miejscowych pomiarów natężeń pól elektromagnetycznych związanych z ekspozycją ludzi w otoczeniu stacji bazowych,

- SIST ENV 50166-2:1995 Narażenia ludzi na pola elektromagnetyczne. Wysoka częstotliwość (10 kHz do 300 GHz),
- IEEE Std C95.3-2002 Zalecana praktyka w zakresie pomiarów i obliczeń pól elektromagnetycznych o częstotliwościach radiowych w odniesieniu do ekspozycji ludzi, 100 kHz - 300 GHz.

Podczas porównania wyników pomiarów z wartościami dopuszczalnymi, niepewność pomiarów nie jest dodawana do wartości zmierzonych.

18.4 Monitoring PEM

INIS prowadzi szeroką akcję informacyjną dotyczącą PEM i publikuje na mapie informacje o lokalizacjach stacji nadawczych, w tym o stacji bazowych telefonii komórkowej, wynikach symulacji i wynikach pomiarów. Informacje publikuje się na portalu INIS <http://www.inis.si/>, w zakładce e-karta [66].



Rys. 28 Portal INIS [64]

18.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Kontrola pól o niskich częstotliwościach ma charakter prewencyjny, zazwyczaj wiąże się z zatwierdzeniem nowej instalacji lub jej modernizacji i jest przeprowadzana przez organ ochrony środowiska lub autoryzowane akredytowane instytuty badawcze. Operator dostarcza niezbędne dane techniczne systemu wykorzystującego pola o niskich częstotliwościach.

Regularne przeglądy są przewidziane co 5 lat, pomiary przeprowadzane są przez akredytowane instytuty, a ich wyniki przekazywane właściwemu organowi.

Badania wykonuje się z zachowaniem procedur i wymagań określonych w normach:

- SIST ENV 50166-1:1995 Narażenia ludzi na pola elektromagnetyczne. Niska częstotliwość (0 Hz do 10 kHz),

- IEEE Std 644-1994 Procedury pomiaru pól elektrycznych i magnetycznych o częstotliwości sieci prądu przemiennego.

19. BADANIA PEM W SZWECJI

19.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Za monitorowanie obowiązujących przepisów dotyczących ochrony przed promieniowaniem niejonizującym zasadniczo jest odpowiedzialny szwedzki Urząd ds. Bezpieczeństwa Radiacyjnego, który podlega Ministerstwu Środowiska.

19.2 Kluczowe akty prawne

Brak jest regulacji prawnych dotyczących ochrony przed polem elektromagnetycznym, istnieją jedynie zalecenia Urzędu ds. Bezpieczeństwa Radiacyjnego: Wytyczne dotyczące ograniczania publicznej ekspozycji na pola elektromagnetyczne (org. Strålsäkerhetsmyndigheten allmänna råd om begränsning av allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält). <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/en/enactments/acts-and-ordinances/> [67].

19.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Wobec braku wiążących przepisów dotyczących ochrony przed przekroczeniem dopuszczalnych poziomów PEM przeglądy nie są obowiązkowe.

W przypadku prowadzenia kontroli dotyczących emisji PEM w pobliżu radiowych stacji nadawczych, pomiary PEM są wykonywane głównie przez operatora lub przez zewnętrzne firmy badawcze, przy czym pomiary te są wykonywane przy najwyższym eksploatacyjnym wykorzystaniu instalacji z dodatkowym uwzględnieniem ewentualnie istniejących emisji spowodowanych przez inne pobliskie instalacje radiowe. Podczas porównania wyników pomiarów z wartościami dopuszczalnymi, niepewność pomiarów nie jest dodawana do wartości zmierzonych.

Kontrola może mieć miejsce zarówno na etapie planowania, jak i podczas funkcjonowania instalacji. Szczególne ustalenia dotyczące kontroli nie są dostępne. Należy natomiast dodać, że możliwe są kontrole w terenie bez wcześniejszego powiadomienia operatora.

19.4 Monitoring PEM

W Szwecji nie prowadzi się ciągłego monitoringu radiowych stacji nadawczych.

19.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

W Szwecji nie prowadzi się monitoringu pól o niskich częstotliwościach.

Za systemy wykorzystujące niskie częstotliwości, w tym linie energetyczne, są odpowiedzialne władze lokalne.

20. BADANIA PEM W WIELKIEJ BRYTANII

20.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

W 1999 r. utworzono niezależne grupy robocze ekspertów RS [68] oraz RSE [69], które zajmowały się oceną czynników zagrożenia zdrowia pochodzącego od telefonii komórkowej. Grupy stały się znane jako Niezależna Grupa Ekspertka ds. Telefonii Komórkowej (org. Independent Expert Group on Mobile Phones – IEGMP) [70]. Raport IEGMP „Mobile Phones and Health” został opublikowany w maju 2000 r. (IEGMP, 2000) i dotyczył wdrożenia programu badawczego. W IEGMP podkreślano, że występują obszary, w których brakuje informacji o PEM, w związku z czym istnieje potrzeba wykonania dodatkowych pomiarów [70].

IEGMP miało dostęp do danych dotyczących oceny narażenia na fale radiowe w pobliżu stacji bazowych, których anteny były wizualnie dostępne dla społeczeństwa – znajdowały się na budynkach i wolnostojących masztach. Dane te pochodziły z indywidualnych badań (pomiarów) przeprowadzonych przez Krajową Radę Ochrony Radiologicznej (org. National Radiological Protection Board – NRPB) [71].

W swoim raporcie IEGMP zauważyło, że nie było niezależnej agencji, która by przeprowadziła jakiegokolwiek badania eksperymentalne na terenie Wielkiej Brytanii, w kierunku zweryfikowania jak zmienia się gęstość mocy w zależności od odległości od stacji bazowej. Nie było także dostępnych pomiarów gęstości mocy wokół stacji bazowych z antenami zainstalowanymi na małych wysokościach na obszarach zabudowanych, w centrach handlowych, na stacjach kolejowych [70].

W ramach polityki ciągłej oceny dowodów naukowych i zagrożenia dla zdrowia, NRPB dokonała przeglądu dowodów naukowych istotnych dla ograniczanie ekspozycji na pola elektromagnetyczne. Następstwem tego było opublikowanie aktualizacji porad dotyczących ograniczania ekspozycji w marcu 2004 r. NRPB zaleciła przyjęcie w Wielkiej Brytanii wytycznych ICNIRP [1].

Brytyjski regulator rynku telekomunikacyjnego Ofcom jest odpowiedzialny za zarządzanie zasobami widmowymi w Wielkiej Brytanii i zajmuje się krajowym programem pomiarowym mającym na celu kontrolowanie poziomów emisji pola elektromagnetycznego ze stacji bazowych zgodnie z wytycznymi określonymi przez ICNIRP [1].

20.2 Kluczowe akty prawne

W Wielkiej Brytanii nie istnieją żadne regulacje prawne mające na celu ochronę społeczeństwa przed ekspozycją na pole elektromagnetyczne. Brytyjska agencja zdrowia (org. Public Health England – PHE) zaleca by w Wielkiej Brytanii stosowano zalecenie ICNIRP, zalecenie to opiera się na kompleksowym przeglądzie naukowym wydanym przez NRPB. W rezultacie w Wielkiej Brytanii, mimo braku formalnego prawa, władze stosują zalecenia ICNIRP w celu uniknięcia potencjalnych zagrożeń dla zdrowia wynikających z ekspozycji na PEM [72].

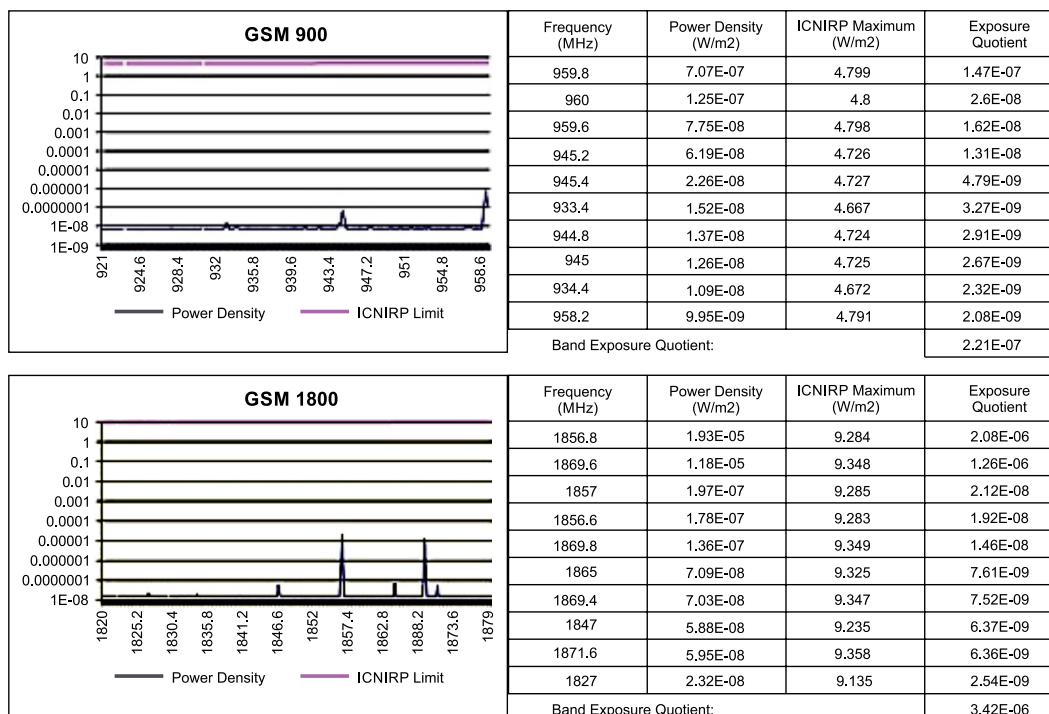
20.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Metodyka pomiarowa bazuje na metodzie opisanej w zaleceniu ECC (02)04 [73] opublikowanym przez Komitet ds. Łączności Elektronicznej (ECC) w ramach Europejskiej Konferencji Poczty i Telekomunikacji (CEPT).

Site:	The Telephone Exchange
Location:	Bottom of Murray Road SW19
Total Band Exposure Quotient:	1.16925E-05
Total Number of Measurements:	5
NGR:	TQ 2397 7067
Start time:	14/07/2010 13:32
Officer:	AB



Measurement location: Bottom of Murray Road SW19



Rys. 29 Prezentacja wyników pomiarów prowadzonych przez Urząd Komunikacji w Wielkiej Brytanii [74]

Wyniki pomiarów natężenia pola elektrycznego przeprowadzonych w różnych zakresach częstotliwości prezentowane są w raportach z przeprowadzonych audytów (Rys. 29), w zestawie-

niu z odpowiednimi poziomami dopuszczalnymi natężenia pola elektrycznego, ustalonymi zgodnie z poziomami odniesienia wskazanymi w zaleceniu 1999/519/EC [2], które z kolei odpowiadają wytycznym ustanowionym przez ICNIRP w 1998 r. [1].

Na Rys. 29 po lewej stronie przedstawiono graficzne zobrazowanie gęstości mocy PEM w badanej lokalizacji. Różowa linia na każdym wykresie wskazuje dopuszczalny poziom ekspozycji wg ICNIRP dla danego zakresu częstotliwości. Natomiast po prawej stronie każdego wykresu znajduje się tabela zawierająca dziesięć najwyższych zarejestrowanych poziomów emisji.

20.4 Monitoring PEM

Brytyjski regulator usług telekomunikacyjnych Ofcom odpowiedzialny za zarządzanie widmem dokonuje cyklicznych pomiarów wybranych stacji bazowych. Wyniki są publikowane na stronach Ofcom [75]. Wyniki są prezentowane w formie raportów z przeprowadzonych audytów, zawierają wyniki pomiarów z podziałem na systemy (zakresy częstotliwości).

20.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Nie znaleziono informacji o monitoringu pól o niskich częstotliwościach w Wielkiej Brytanii.

21. BADANIA PEM WE WŁOSZACH

21.1 Podmioty zaangażowane w badania PEM

Ministerstwo Komunikacji (org. The Ministry of Communications) zainicjowało ogólnokrajową kampanię mającą na celu monitorowanie PEM emitowanego przez anteny telekomunikacyjne pracujące w zakresach częstotliwości radiowych, ze szczególnym uwzględnieniem stacji bazowych telefonii komórkowej. Kampania jest zarządzana przez Fundację Ugo Bordonego (FUB) we współpracy z władzami regionalnymi oraz opiera się na sieci stacji szerokopasmowych oraz selektywnych przeznaczonych do pomiarów i rejestrowania poziomów pól elektrycznych. Wyniki są udostępnione publicznie on-line dla społeczeństwa od lipca 2003 r. Agencja Regionalna ds. Ochrony Środowiska (org. Agenzia regionale per la protezione ambientale – ARPA) systematycznie sprawdza zgodność poziomów PEM wytwarzanych przez stacje bazowe z obowiązującym dopuszczalnym poziomem natężenia PEM [76].

21.2 Kluczowe akty prawne

We Włoszech środowisko, w którym występuje promieniowanie niejonizujące regulowane jest przez normę prawną dotyczącą ochrony przed ekspozycją na pole elektromagnetyczne w zakresie od 0 Hz do 300 GHz – ustawa 36/2001.

Ustawa ramowa o ochronie przed polami elektromagnetycznymi została wprowadzona w życie w lutym 2001 r. Ustawa ustanawia ogólne zasady oraz kryteria ochrony, które zasadniczo odbiegają od postanowień zalecenia 1999/519/EC i od międzynarodowych wytycznych ustanowionych przez ICNIRP w 1998 r. Prawo wprowadza tzw. „limity ekspozycji”, ale nie podaje wartości liczbowych, które powinny być ustalane osobnymi rozporządzeniami [76].

We Włoszech, wraz z wejściem do Unii Europejskiej, nie przyjęto obowiązującego zalecenia 1999/519/EC. Pozostano przy bardziej restrykcyjnych ograniczeniach odnoszących się do dopuszczalnych wartości PEM w środowisku, co jest zgodne z postanowieniami zalecenia 1999/519/EC.

Dopuszczalne natężenie pola elektromagnetycznego w pobliżu domów i ich aneksów zewnętrznych, w szkołach i na placach zabaw, w przypadku, gdy minimalny czas pobytu nie jest krótszy niż 4 godziny wynosi 6 V/m, w pozostałych miejscach aniżeli wymienione powyżej dopuszczalne natężenie pola elektromagnetycznego wynosi 20 V/m.

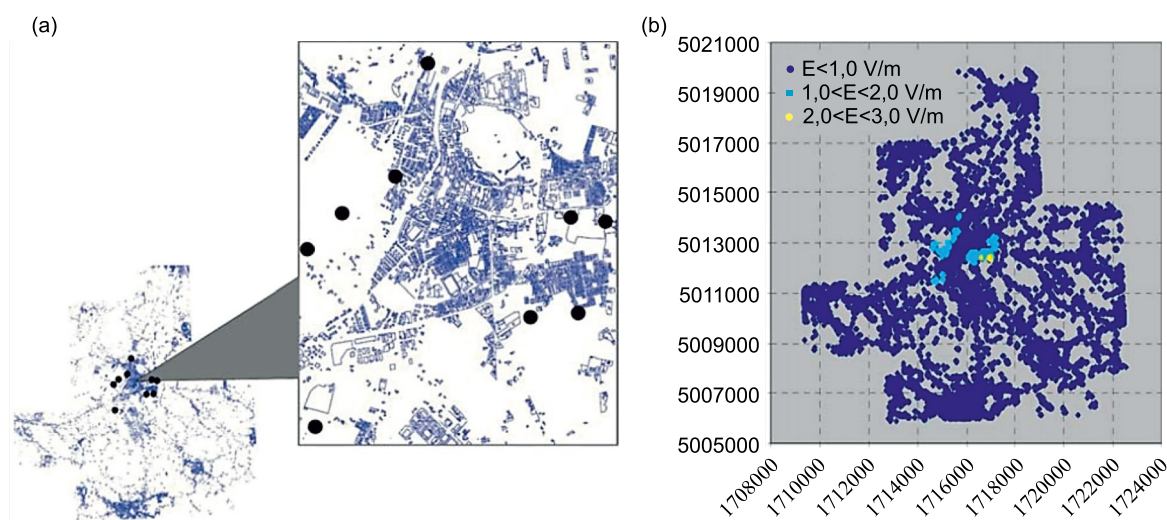
We Włoszech kwestie narażenia ogółu społeczeństwa na PEM o częstotliwościach od 100 kHz do 300 GHz są regulowane dekretem ogłoszonym w 2003 r. [77] określającym :

- poziomy natężenia PEM, które nie mogą zostać przekroczone w żadnym wypadku;
- poziomy natężenia PEM, które nie mogą zostać przekraczane na obszarach gdzie odbywają się gry hazardowe, zlokalizowane są szkoły oraz gdzie przebywają ludzie przez ponad 4 godziny ze względu na potencjalne ryzyko dla zdrowia wynikające z długiej ekspozycji;
- poziomy natężenia PEM, które dopuszczają długi czas ekspozycji [78].

21.3 Zasady, metody pomiaru, prezentacja wyników

Dekret z 2003 r. [77] określa, w jaki sposób należy wykonywać pomiary przez uśrednianie wartości skutecznej pola elektrycznego i magnetycznego w ciągu 6 minut na obszarze odpowiadającym przekrojowi pionowemu ludzkiego ciała.

We Włoszech zostało zastosowane mapowanie elektromagnetyczne obszaru miejskiego wykonane na terenie miasta Monselice, w północnej części Włoch. Teoretyczna ocena rozkładu PEM wytwarzanego przez systemy radiokomunikacyjne pracujące na obszarze miejskim została przeprowadzona za pomocą programów obliczeniowych stosowanych w Laboratorium Radiacji i Zanieczyszczeń Ultradźwiękami ISPESL.

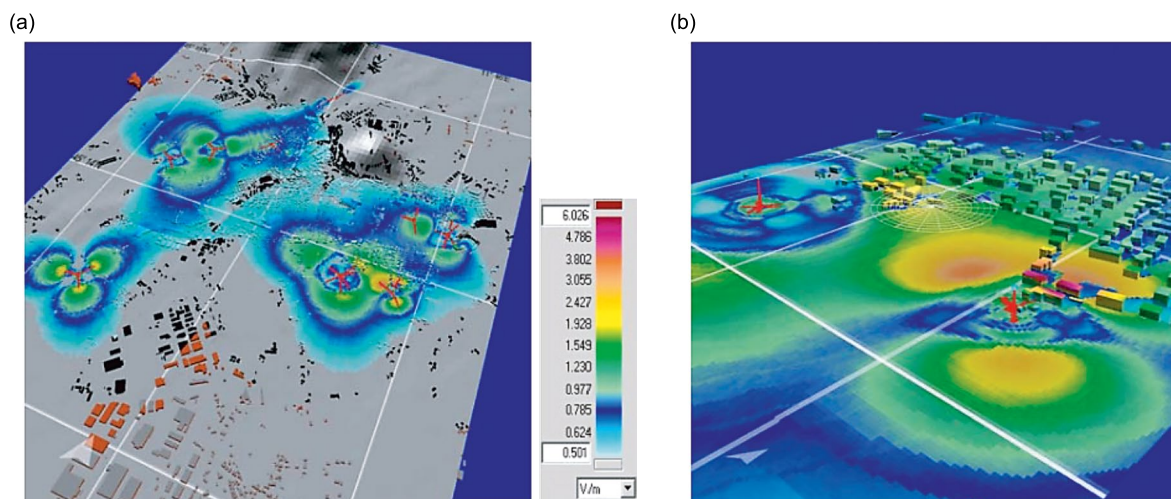


Rys. 30 (a) Obszar miasta Moselice z naniesioną zabudową i stacjami bazowymi (b) Oszacowane poziomy pól elektrycznych przy użyciu równania pola dalekiego [78]

Dla obszaru 16 km² w miejscowości Monselice zostały wykonane obliczenia przy pomocy cyfrowych modeli terenu (DTM) z rozdzielczością 50 m [78].

21.4 Monitoring PEM

Decyzja o rozmieszczeniu krajowej sieci monitorowania PEM została podjęta w celu przeciwdziałania powszechnym obawom, wśród krajowej opinii publicznej, przed nieznanymi skut-



Rys. 31 Rezultat algorytmu ray tracing w miejscowości Monselice.

(a) Rozkład poziomów pola elektrycznego na budynkach w okolicy wszystkich stacji bazowych.

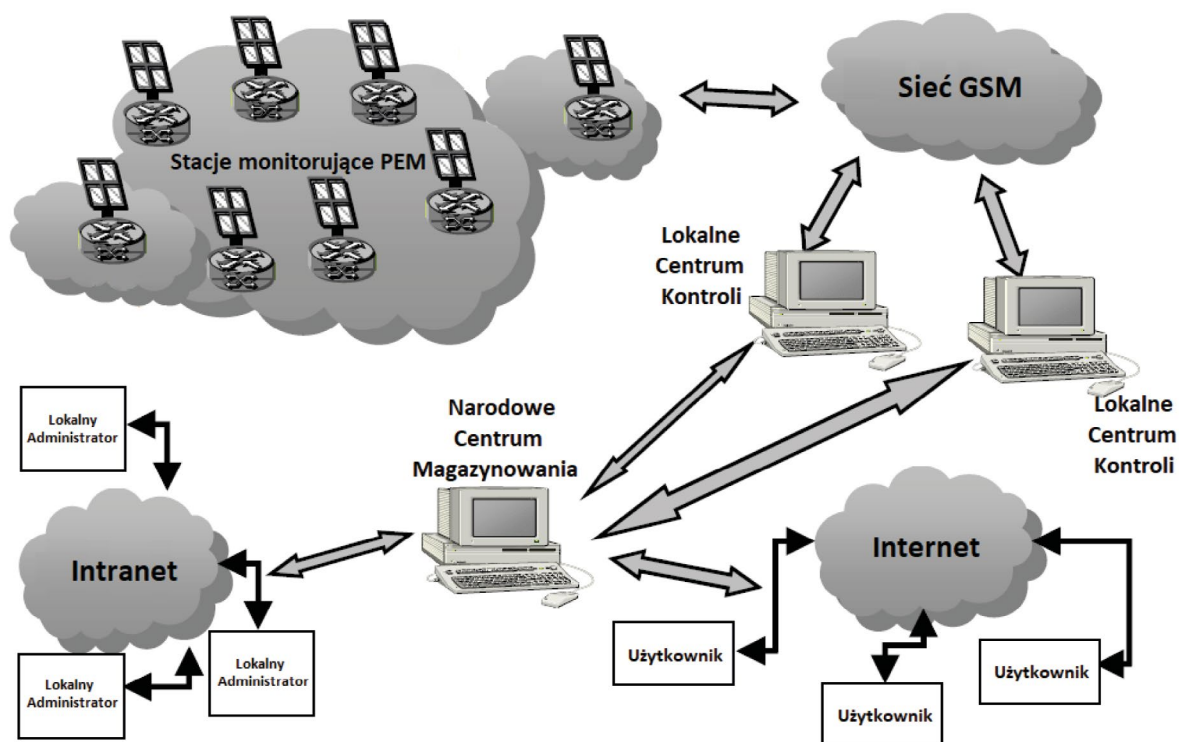
(b) Rozkład poziomu pola elektrycznego w okolicy 2 stacji bazowych [77]

kami zdrowotnymi w wyniku narażenia na PEM [80]. Włoskie Ministerstwo Komunikacji jest odpowiedzialne za sieć monitorowania, w którą także była zaangażowana FUB, jako konsultant techniczny. Fundacja była odpowiedzialna za realizację i zarządzanie krajową siecią monitorującą PEM. Za usytuowanie stacji monitorujących na terenie całego kraju i przekazywanie zgromadzonych danych do krajowej jednostki przechowującej dane odpowiedzialny jest ARPA. Przy projektowaniu sieci monitorowania PEM głównym celem było zapewnienie niezależności przeprowadzonych pomiarów, tak by obywatele mogli mieć pewność, że na prezentowanie wyników nie mają wpływu interesy operatorów telekomunikacyjnych, a także partii politycznych. Ze względu na to postanowiono, że sieć monitorująca będzie w całości finansowana z pieniędzy publicznych. Ministerstwo Komunikacji obciążyło FUB za wykonanie i utrzymanie sieci, natomiast za jej działanie na terytorium odpowiadają administracje lokalne. Doprowadziło to do scentralizowania architektury systemu monitoringu przedstawionego na Rys. 32.

Sieć opiera się na zdalnych stacjach pomiarowych, z których dane przekazywane są do lokalnych centrów kontroli (rozieszczonych na poziomie regionalnym), a następnie do Narodowego Centrum Magazynowania (org. National Storage Centre), które mieści się na terenie Ministerstwa Komunikacji.

W celu zapewnienia spójności, metodologia monitorowania PEM została zharmonizowana poprzez zbiór wytycznych wydanych przez FUB. Przeprowadzono szereg szkoleń związanych z poprawnym rozmieszczeniem, konfiguracją i eksploatacją stacji monitorujących. Zgodnie z wytycznymi typowy czas trwania kampanii pomiarowej może wynosić od dwóch do czterech tygodni, jednak nie jest to ścisłą regułą. Każda lokalna agencja ochrony środowiska zdecydowała, które miejsca i przez jak długi czas należy monitorować. Ma to zasadnicze znaczenie dla właściwego wykorzystania sieci monitoringu ze względu na fakt, że niektóre lokalizacje (takie jak szkoły, szpitale, czy gęsto zaludnione dzielnice) są szczególnie newralgiczne z przyczyn politycznych i technicznych, stąd też może być wskazane monitorowanie ich przez dłuższy czas niż innych obszarów.

Wytyczne określają kryterium prawidłowego rozmieszczenia stacji bazowej uwzględniające dostępność miejsca dla ludzi, gęstość zaludnienia oraz czas przebywania ludzi w monitorowanym obszarze.



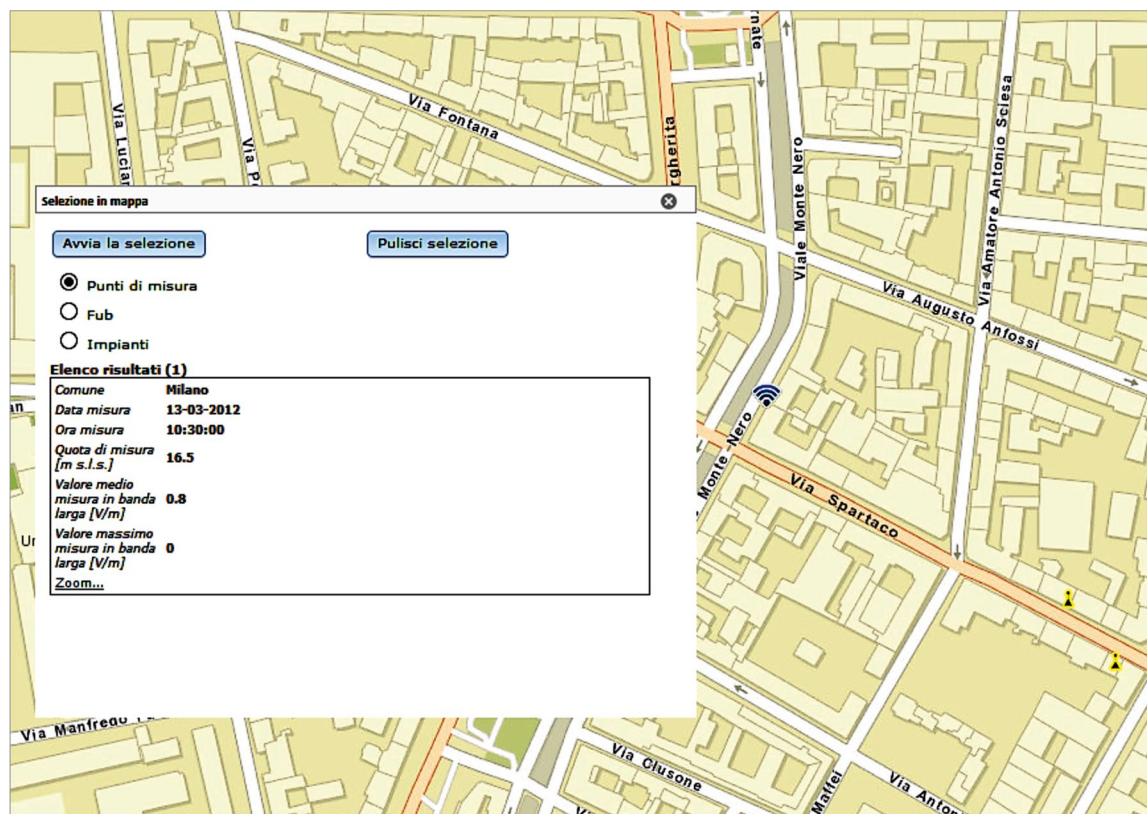
Rys. 32 Architektura sieci monitorującej PEM [80]



Rys. 33 Przykłady stacji monitorujących PEM [80]

Stacje pomiarowe zostały zakupione w trakcie trzech kolejnych aukcji publicznych, a sieć w pełnej konfiguracji obejmuje około 1200 z nich. Zostały one podzielone na regiony, proporcjonalnie do ich populacji, z wartością referencyjną około jednej stacji na 50 000 miesz-

kańców. Do wykrywania pola elektrycznego, ze względu na wszystkie źródła częstotliwości radiowej pracujące między 100 kHz a 3 GHz, wykorzystywane są zarówno sondy szerokopasmowe jak i wąskopasmowe. Zakres dynamiki sond wynosi od 0,5 V/m do 100 V/m, a zakres temperatur otoczenia podczas pracy od -10°C do 50°C . Sondy szerokopasmowe mogą pełnić podstawowe wymagania dotyczące monitoringu, tj. szerokopasmowej weryfikacji poziomu PEM w stosunku do wartości dopuszczalnych. Wszystkie stacje monitorujące są lekkie i łatwe w transporcie. [80].



Rys. 34 Wizualizacja jednego z punktów pomiarowych wraz z wynikami pomiarów PEM (<http://castel.arpalombardia.it/castel/viewer/selezionaMappa.aspx?codFunzione=01>)

Wszystkie stacje zdalne działają z układami fotowoltaicznymi i są wyposażone w modem GSM, który służy do komunikacji z Lokalnym Centrum Sterowania (org. Local Control Centre). Łączy w dół służy do zdalnej konfiguracji, programowania i odpytywania, a łączy w górę do raportowania pomiarów i innych informacji takich jak alarmy. Lokalne Centrum Sterowania składa się z komputera wyposażonego w oprogramowanie, które współpracuje z różnymi typami stacji monitorujących. Po zatwierdzeniu przez personel lokalnej Agencji Środowiska dane są przesyłane z każdego Lokalnego Centrum Sterowania pocztą elektroniczną do personelu FUB, który dalej przesyła je do bazy danych, którą stanowi Narodowe Centrum Magazynowania. Istotne wyniki są także publicznie dostępne na stronie internetowej projektu. Opublikowane dane obejmują średnią z szerokopasmowych pomiarów natężenia pola elektrycznego w okresie 6 minut. Okres uśredniania wynoszący 6 minut jest określony przez włoskie przepisy. Wszystkie stacje monitorujące zostały skalibrowane przed ich użyciem w sieci monitorującej, a po dwóch latach eksploatacji przeprowadzona jest nowa kalibracja.

21.5 Monitoring pól o niskich częstotliwościach

Nie znaleziono informacji o monitoringu pól o niskich częstotliwościach we Włoszech.

22. MODELOWANIE ROZKŁADU PEM

Pole elektromagnetyczne (PEM) oznacza przestrzeń, w której występuje przepływ energii i działają siły o naturze elektromagnetycznej. W każdym punkcie tej przestrzeni siły te są opisane dwoma wektorami, reprezentującymi pole elektryczne (E) i pole magnetyczne (H). J.C. Maxwell wykazał w XIX wieku, że wektory te są powiązane ze sobą w czasie i w przestrzeni, a następnie sformułował równania opisujące te powiązania. Pole elektromagnetyczne w dowolnym punkcie przestrzeni można wyznaczyć, jeżeli tylko znany jest rozkład jego źródeł (ładunków i prądów elektrycznych wytwarzających te pole), warunki początkowe i brzegowe oraz właściwości ośrodka, w którym rozchodzi się fala radiowa. Jednak bardzo dokładne obliczenia tego pola są możliwe jedynie w wyidealizowanych przypadkach z uwagi na uciążliwość dokładnego zdefiniowania wszystkich warunków w każdym punkcie przestrzeni. Z tego powodu w praktyce operuje się często rozwiązaniami przybliżonymi, które jednak dają dobre przybliżenia do określonych zastosowań takich, jak np. szacowanie ryzyka przekroczenia wartości dopuszczalnych PEM w danym punkcie.

Najprostszym przypadkiem, kiedy równania Maxwella można rozwiązać dokładnie, jest pole wokół elementarnego dipola (układu ładunków o przeciwnych biegunach zmieniających swe położenie (pulsujących) z częstotliwością f o rozmiarze liniowym z dążącym do zera), umieszczonego w wolnej przestrzeni (próżni), nieskończenie daleko od innych obiektów. Pole elementarnego dipola zawiera dwie niezerowe składowe pola elektrycznego (E_r , E_θ) oraz jedną niezerową składową pola magnetycznego (H_ϕ). Składowe te dążą do zera, kiedy odległość r od źródła pola dąży do nieskończoności. Wewnątrz sfery o promieniu $d = \lambda/2\pi$ pulsuje głównie (bierna) energia pola elektrycznego przechodząca okresowo w energię pola magnetycznego bez strat. W zastępczym układzie anteny obszar ten jest reprezentowany odpowiedni obwód elektryczny charakteryzowany przez indukcyjność i pojemność anteny. Obszar, w którym $d < \lambda/2\pi$ (gdzie λ jest długością fali radiowej) nazywa się obszarem pola bliskiego biernego (ang. *near field*). Przy małych odległościach, kiedy $\beta d \ll 1$ ($d \ll \lambda/2\pi$), dominują czynniki malejące z sześciannym lub kwadratowym odległości (d^3 lub d^2). Oznacza to, że przy dziesięciokrotnym zwiększeniu odległości od źródła pola, amplituda składowych maleje tysiąckrotnie (lub stukrotnie). Przy dużych odległościach ($\beta d \gg 1$) dominują czynniki malejące z odległością w pierwszej potęgę. Obszar ten nazywa się obszarem dalekim lub obszarem promieniowania. Dominują w nim tylko dwie składowe pola: E_θ i H_ϕ . Maleją one proporcjonalnie do odległości od źródła pola: przy dziesięciokrotnym powiększeniu odległości amplituda obu składowych maleje dziesięciokrotnie. Jednak ich stosunek jest stały, niezależny ani od odległości, ani od kierunku.

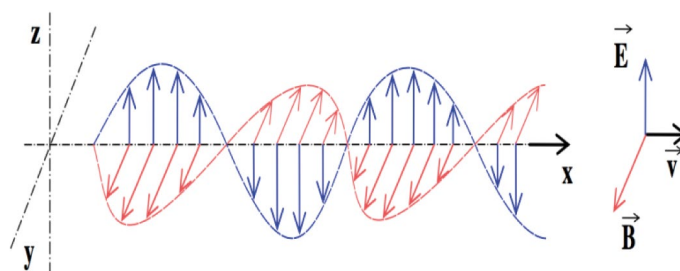
Każdą taką falę rozchodzącą się w nieskończonym bezstratnym ośrodku dielektrycznym można – w dostatecznie dużej odległości od źródła – uważać za falę kulistą. Z kolei dostatecznie mały wycinek fali kulistej można traktować w przybliżeniu za falę płaską, podobnie jak traktowana jest powszechnie powierzchnia kuli ziemskiej na niewielkich obszarach.

W obszarze promieniowania wektory te są do siebie prostopadłe. Gęstość mocy S równa się:

$$S = \frac{E^2}{120\pi}$$

Stąd natężenie pola elektrycznego

$$E = \sqrt{120\pi S}$$



Rys. 35 Schematyczny obraz pola w dużej odległości od dipola w jednorodnym ośrodku nieograniczonym: fala EM wzdłuż osi Ox.

22.1 Analiza PEM wokół złożonych struktur

W praktyce nie mamy do czynienia z dipolami elementarnymi. Chociaż wyrażenia dotyczące równań dipola zakładają nieskończenie małą długość dipola i jednakową wartość (skuteczną) prądu wzdłuż niego, mogą one jednak być często wykorzystane także do wyznaczenia pola wytworzonego przez praktyczne układy promieniujące, złożone z jednego lub wielu przewodów,

Rys. 35 Schematyczny obraz pola w dużej odległości od dipola w jednorodnym ośrodku nieograniczonym: fala EM wzdłuż osi Ox.

jeżeli znane są rozkłady płynących w nich prądów. W tym celu każdy przewód jest dzielony na szereg elementarnych dipoli. W ośrodkach liniowych składowe pola powodowane przez każdy z nich sumują się w każdym punkcie przestrzeni. Przy tym mają znaczenie z jednej strony różnice wartości i fazy prądów w elementarnych dipolach, jak również różnice faz wynikające z różnic odległości od każdego elementu promieniującego do punktu obserwacji.

Powyższe podejście stosuje się w przypadkach, kiedy złożoność struktur promieniujących i ich otoczenia utrudnia uzyskanie rozwiązania równań Maxwella. Bazuje na nim szereg metod obliczeniowych nazywanych ogólnie metodami różnic skończonych (ang. *finite difference methods*, *FDM*, *finite-difference time-domain FDTD*, *discrete dipole approximation DDA* itp.). Czas i precyzja numerycznego opisu pola elektromagnetycznego w zadanym obszarze zależą także od odległości między sąsiednimi punktami obliczeniowymi w wielowymiarowej dziedzinie czasu, częstotliwości i przestrzeni geometrycznej.

22.2 Metody matematyczne modelowania rozkładu pola elektromagnetycznego

Jak wspomniano powyżej pole elektromagnetyczne wypromieniowywane przez antenę lub inne źródło zawiera wiele składowych pola elektrycznego i magnetycznego, z których wszystkie maleją ze wzrostem odległości d . W polu dalekim, składowe elektryczne i magnetyczne maleją z odległością jak $1/d$.

W polu bliskim pola promieniowane zawierają indukowane składowe elektryczne i magnetyczne, które w zależności od konstrukcji anteny, maleją inaczej niż w polu dalekim, np.: pole elektryczne maleje jak $1/d^3$, a pole magnetyczne jak $1/d^2$.

Oznacza to, że charakter składowych pola w polu bliskim różni się znacznie w zależności od struktury źródła i od odległości od anteny.

W europejskich i międzynarodowych dokumentach rekomendowanych jest kilka zaawansowanych technik „rygorystycznego” modelowania numerycznego jako skuteczne narzędzia pro-

gnozowania ekspozycji na pola elektromagnetycznych w ogóle i na pola wytwarzane przez anteny nadawcze.

Najważniejsze z nich to:

- Metoda momentów (MOM);
- Metoda różnic skończonych w dziedzinie czasu (FDTD);
- Metoda superpozycji.

Dwie z tych technik, znane pod skrótami MOM i FDTD, mają mocno ugruntowaną pozycję i są szczególnie chętnie stosowane w pracach badawczych na temat morfologii pola elektromagnetycznego w pobliżu źródeł nadawczych.

Takie modelowanie wymaga jednak znajomości szczegółowej struktury elementów promieniujących (anten). W dzisiejszej praktyce trudno jest wykorzystywać szczegółowe metody analizy rozkładów PEM, zarówno metody momentów, FDTD jak i superpozycji, ponieważ nieznane są często szczegóły konstrukcji anten, struktury anten nie są publikowane przez producentów a same elementy antenowe są często zabudowane w nierozbieralny sposób. Dlatego w przypadku modelowania PEM w praktyce konieczne jest wykorzystywanie dostępnych danych producentów anten tj. publikowane charakterystyki anten. Metody wykorzystywane w takich przypadkach opisane są dalej.

22.3 Praktyczne metody analiz PEM dla dowolnych anten

W rzeczywistych przypadkach w praktyce mamy do czynienia z bardzo złożonymi systemami antenowymi, często o nieznannej konstrukcji i strukturze. Producenci systemów antenowych podają wówczas jedynie fizyczne wymiary anteny i podstawowe parametry służące do modelowania rozkładów pól w strefie dalekiej tj. charakterystyki promieniowania anten i moce promieniowania. Z tego powodu do modelowania PEM w pobliżu współczesnych systemów antenowych stosuje się modelowanie przybliżone wynikające ze znanych, publikowanych parametrów podawanych przez producentów anten. Tylko w niektórych przypadkach (dedykowane konstrukcje antenowe w sieciach radiofonicznych i telewizyjnych) stosuje się szczegółowe modelowanie PEM na podstawie znanej struktury anten. Do obliczeń w takiej sytuacji wykorzystywane jest model podstawowy punktowy źródła promieniowania, stosowany w Zaleceniu ITU-T K.70 [81] i normie PN-EN 50383 [82]. Model ten, dla strefy dalekiej promieniowania, zakłada, że antena nadawcza reprezentowana jest przez źródło punktowe, zlokalizowane w punkcie odpowiadającym środkowi elektrycznemu anteny, które posiada zdefiniowaną charakterystykę promieniowania anteny nadawczej.

Tak jak wspomniano wcześniej, pole elektromagnetyczne w zależności od odległości od źródła posiada odmienne właściwości i w związku z tym zostało podzielone na następujące obszary:

- **Obszar pola dalekiego**

W tym obszarze, pole ma przeważnie charakter fali płaskiej, tj. lokalnie jednorodne rozkłady natężeń pola elektrycznego i magnetycznego rozchodzącą się w kierunku prostopadłym do kierunku rozchodzenia się fali.

Modelowanie w polu dalekim polega na szczegółowym analizie wpływu charakterystyki promieniowania systemu antenowego oraz efektów wynikających z propagacji fali radiowej w danym punkcie odbioru.

- **Obszar pola bliskiego**

Jest to obszar, zwykle w najbliższym otoczeniu anteny lub innych struktur promieniujących, w których pola elektryczne i magnetyczne nie mają dostatecznie charakteru fali płaskiej, ale znacznie różnią się od punktu do punktu. Obszar pola bliskiego jest podzielony wewnątrz na bierny obszar pola bliskiego, który znajduje się najbliżej struktury promieniującej i w którym zawarta jest większość lub prawie cała zgromadzona energia oraz obszar promieniowania pola bliskiego, zwany strefą Fresnela, w którym pole promieniujące dominuje nad polem biernym, ale brakuje mu dostatecznie charakteru fali płaskiej i ma skomplikowaną strukturę wynikającą z rozwiązań równań Maxwella.

W praktycznym oprogramowaniu wykorzystywane są zależności podane w normie PN-EN 50383 lub w Zaleceniu ITU-T K.70, które zawiera dodatkowo program EMF estimator opracowany we współpracy IŁ-PIB i Orange Polska S.A. i opublikowany na forum ITU – aktualna wersja z 2018 r.

Zasadniczymi parametrami, wykorzystywanymi w modelowaniu są charakterystyki anten.

Charakterystyka anteny reprezentowana jest przez funkcję $f(\theta, \varphi)$, zależną od kąta azymutu φ oraz kąta elewacji θ .

Według polskich przepisów dotyczących dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych, dla zakresu częstotliwości od 300 MHz do 300 GHz, jako parametr fizyczny stosuje się składową elektryczną pola elektromagnetycznego o wartości 7 V/m lub równoważną wartość gęstości mocy równą 0,1 W/m², a w obliczeniach wartość natężenia pola elektrycznego E , w V/m, dla danego punktu w przestrzeni wyznaczana jest, z zależności:

$$E = \frac{\sqrt{30 \cdot P_{EIRP} \cdot H(\varphi) \cdot V(\theta)}}{R}$$

gdzie:

P_{EIRP}	równoważna moc promieniowana izotropowo [W]
R	odległość od źródła promieniowania [m]
$H(\varphi)$	znormalizowane wzmocnienie anteny nadawczej w płaszczyźnie poziomej, wyznaczone numerycznie, dla danego kąta azymutu φ z zakresu 0°–360°, przy czym kąt azymutu liczony jest od kierunku północnego, który wyznaczony jest przez dodatnią półoś OY układu współrzędnych kartezjańskich (prostokątnych)
$V(\theta)$	znormalizowane wzmocnienie anteny nadawczej w płaszczyźnie pionowej, wyznaczone numerycznie, dla danego kąta elewacji θ z zakresu od –90° do +90°, przy czym wartość dodatnia kąta elewacji liczona jest dla kierunku w dół (downward)

W analizach można wykorzystać szczegółowe charakterystyki promieniowania każdego obiektu nadawczego podawane przez producentów.

22.3.1 Wypadkowe natężenie pola elektrycznego PEM (od wielu źródeł)

Wypadkowe natężenie pola elektrycznego w danym punkcie, pochodzącego od N systemów nadawczych zlokalizowanych w różnych punktach, wyznaczane jest jako pierwiastek kwadratowy z sumy kwadratów natężeń pól pochodzących od każdego pojedynczego systemu:

$$E_w = \sqrt{\sum_{i=1}^N E_i^2}$$

Wartość ta pozwala oszacować wypadkową wartość pola, z którą mamy do czynienia w praktyce w trakcie pomiarów.

22.3.2 Wartości referencyjne parametrów używane w analizach

W celu realizacji analiz rozkładów PEM wokół stacji konieczne jest przyjęcie domyślnych referencyjnych wartości odległości definiujących poszczególne obszary pola elektrycznego w zależności od częstotliwości (f) oraz wymiarów fizycznych anten (D). W Tabl. 8 przedstawiono przykładowe wartości wykorzystywane w modelowaniu PEM.

Tabl. 8 Przykładowe wartości stref analizy rozkładu PEM

System	f [MHz]	Wymiar anteny D [m]	Pole bliskie bierne < d_t [m]	Pole dalekie > d_t [m]
GSM 900	942,5	2,4	4,52	36,19
GSM 1800	1842,5	1,5	3,45	27,64
UMTS 900	947,5	2,4	4,54	36,38
UMTS 2100	2140	1,2	2,57	20,54
LTE/5G 700	773	2,6	4,35	34,84
LTE 800	806	2,4	3,87	30,95
LTE 1800	1842,5	1,5	3,45	27,64
LTE 2100	2140	1,2	2,57	20,54
LTE 2600	2655	0,8	1,42	11,33
5G 3600	3600	0,6	1,08	8,64

f – Częstotliwość referencyjna przyjęta do analiz dla danego systemu i pasma (downlink)

D – Wymiar referencyjny anteny przyjęty do analiz dla danego systemu i pasma

22.3.3 Narzędzia programistyczne do analiz PEM

Istnieją różne narzędzia programistyczne umożliwiające modelowanie przestrzenne rozkładu pola elektromagnetycznego według opisanych wyżej metod. Przykładami są *WinProp*, *Oktal Synthetic Environment* z dodatkiem *EMF Visual*, *CST Studio*, *ATDI* czy opracowany przez IŁ-PIB we współpracy z Orange Polska S.A. *EMF Estimator* załączany do Zalecenia ITU-T K.70, które umożliwiają tworzenie trójwymiarowych wizualizacji rozkładu pól elektromagnetycznych w dowolnym środowisku fizycznym, w tym w definiowalnej przestrzeni. Metoda analiz jest zasadniczo zbliżona i wykorzystuje wskazane wcześniej normy i zalecenia.

Proces symulacji polega na analizie przestrzennej 3D z wykorzystaniem zdefiniowanej struktury zabudowy przestrzennej, w której mają zostać przeprowadzone symulacje rozkładu PEM. Jej składnikami są np. różne obiekty pasywne (forma ukształtowania terenu, budynki) oraz źródła promieniowania (anteny o określonej charakterystyce emisji). Na tej podstawie można wyliczać rozkład pola elektromagnetycznego w przestrzeni wykorzystując np. metodę śledzenia wiązek (ang. *ray tracing*), szczegółowe metody analiz profili trasy, odbić i innych zjawisk falowych.

Do działania programów mogą być potrzebne szczegółowe informacje o zabudowaniach i miejscach lokalizacji (np. kształt i rodzaj terenu, rozmieszczenie zabudowań, masztów antenowych).

Kluczowym dla oceny prawdopodobieństwa występowania w symulowanych przestrzeniach potencjalnych przekroczeń dopuszczalnych wartości natężeń PEM jest analiza przestrzennych rozkładów we wszystkich wymiarach (3D) dostępnych dla ludności.

Oprogramowanie powinno też uwzględniać efekty kumulacji pól elektromagnetycznych pochodzących od różnych źródeł promieniowania i odpowiadać rzeczywistej sytuacji, jaka ma miejsce w momencie pomiaru przy wysterowaniu mocą maksymalną stacji, która podlega pomiarowi.

Wizualizacje trójwymiarowe rozkładów PEM (pozwalające także na określanie profili natężenia promieniowania na wybranych przekrojach płaszczyznowych) mogą być realizowane w ograniczonych obszarach objętościowych i najczęściej są przedstawiane w postaci rzutów i przekrojów.

Czas obliczeń bardzo silnie zależy od wielkości analizowanego szczegółowo obszaru, a w zasadzie liczby występujących w tym obszarze struktur i kroku obliczeń (np. co 1 m). W zależności od typu oprogramowania i mocy obliczeniowej czas trwania pojedynczego cyklu symulacji dla założonego obszaru może trwać od kilku minut do kilkadziesiąt godzin.

Każdy inwestor, niezależnie od obowiązku pomiarów ewidencyjnych, po wykonaniu instalacji dokonuje także takich obliczeń na etapie projektowania sieci. Analizy te mogą stać się przedmiotem weryfikacji i oceny przez urzędy administracji.

W niektórych państwach wykorzystuje się analizę symulacyjną do celów potwierdzenia spełnienia wymagań i w sytuacji uzyskania symulowanych niskich wartości PEM (np. 50% lub 70% wartości granicznej) nie jest wymagane następnie przeprowadzanie pomiarów PEM – co znacznie ułatwia inwestycję, analizę i przyspiesza czas budowy sieci.

Odpowiednio przeszkolony personel administracji może weryfikować symulacje inwestorów za pomocą własnych narzędzi analitycznych. Z reguły w takich analizach powinno przyjmować się najbezpieczniejszą dla obywatela strategię tzw. „najgorszego przypadku”. Oznacza to w praktyce przyjmowanie zawyżonych lub maksymalnych wartości danych wejściowych do obliczeń, zwłaszcza w przypadku ich niekompletności.

Używając oprogramowania symulacyjnego należy mieć na uwadze, że model matematyczny z natury dokonuje pewnych uogólnień i uproszczeń biorąc pod uwagę najistotniejsze elementy dla danego procesu, czy zjawiska. Zastosowanie modelowania PEM zawsze, więc musi uwzględniać pesymistyczne założenia specyficzne dla „najgorszego przypadku”, tak aby uzyskiwane wartości pola w drodze symulacji nie przekraczały wartości uzyskanych na drodze pomiarowej. Ponieważ pomiar PEM realizowany jest w konkretnym momencie, konkretnej sytuacji rzeczywistej, dynamicznie zmiennej sieci radiowej, wynik pomiarowy jest także bardzo zmienny – w zależności od pory dnia, roku, pogody i ruchu w sieci. Stąd wartości symulowane PEM powinny zawsze wskazywać maksymalne wartości, jakie mogą być osiągnięte podczas pomiaru i nie powinny wskazywać w żadnym przypadku wartości niższych niż późniejszy pomiar. Pozwala to na efektywne wdrażanie procedur dopuszczania stacji do użycia, także bez konieczności przeprowadzania pomiarów, w sytuacji gdy symulacje wskazują np., że w miejscach dostępnych dla ludzi symulowane wartości PEM nie przekraczają określonego progu

(tj. np. 50%, 70% wartości granicznej). Takie rozwiązania są już dziś praktykowane na świecie – np. w Szwajcarii, czy we Francji, gdzie nie jest wymagane przeprowadzanie pomiarów PEM w sytuacji, kiedy analiza symulacyjna PEM wykaże, że nie jest przekroczony zdefiniowany przez administrację próg.

Należy pamiętać, że w sytuacji niepewności lub specyficznych oczekiwań społecznych, ostatecznym kryterium oceny bezpieczeństwa w sensie przekroczenia lub braku przekroczenia dopuszczalnych wartości PEM są wyniki pomiarów wykonywanych przez akredytowane laboratoria. Modelowanie matematyczne zawsze ma charakter pomocniczy i pozwala najczęściej na eliminację konieczności wykonywania pomiarów w sytuacji, gdy symulacje wskazują na istnienie wystarczających zapasów w stosunku do obowiązujących wartości granicznych PEM w środowisku.

23. PROJEKT SI2PEM

Zgodnie z kierunkami rozwoju gospodarczego, w tym Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)⁴¹, powszechny dostęp do nowoczesnych usług publicznych uwarunkowany jest szczególnie rozwojem sieci komunikacyjnych. Ograniczony dostęp do zasobów widma radiowego powoduje konieczność zwiększania liczby urządzeń nadawczych dla uzyskania zadowalających parametrów transmisyjnych, a tym samym zagwarantowania jakości usług. Obywatele coraz częściej oczekują od Państwa zapewnienia, iż systemy łączności radiowej nie wpływają ujemnie na stan ich zdrowia i jakość życia. Jednym z istotnych elementów ochrony obywateli przed potencjalnymi zagrożeniami, jakie mogłyby mieć miejsce w sytuacji, gdyby wartości dopuszczalne poziomów PEM występujących w środowisku nie byłyby dotrzymane, jest stworzenie i udostępnienie systemu bazującego na nowoczesnych narzędziach, zapewniającego skuteczną i sprawną kontrolę społeczną oraz monitoring źródeł pól elektromagnetycznych. Zgodnie z zapisami Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju (SOR), odnośnie oddziaływania na jakość życia w zakresie klimatu akustycznego i oddziaływania pól elektromagnetycznych, takim narzędziem, planowanym do wdrożenia do 2030 r., jest „jednolity system informatyczny, umożliwiający publiczny dostęp do danych technicznych instalacji oraz sprawozdań z pomiarów poziomów pól elektromagnetycznych”.

Jednocześnie, jak wykazano wcześniej, brak jest w Polsce ogólnodostępnego i otwartego systemu monitoringu i kontroli emisji PEM, pozwalającego na realną, rzetelną, a przede wszystkim, co najistotniejsze, kompleksową ocenę sumarycznych wartości PEM będących superpozycją pól wytwarzanych przez różne instalacje radiokomunikacyjne oraz ocenę całości możliwych do wystąpienia zjawisk związanych z występowaniem kumulacji pól elektromagnetycznych, mogących mieć potencjalny wpływ na środowisko naturalne oraz zdrowie człowieka.

Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy wspólnie z Ministerstwem Cyfryzacji planują realizację projektu pn. „System Informatyczny o Instalacjach wytwarzających Pole Elektromagnetyczne (SI2PEM)”, którego celem jest budowa i udostępnienie systemu informacyjnego o instalacjach radiowych wytwarzających pole elektromagnetyczne, obejmującego działaniem teren całego kraju. Wpisuje się to w działania postulowane w SOR, zarówno w aspekcie udostępniania nowoczesnych usług publicznych, jak i w zakresie udostępnienia w kraju nowoczesnego, istotnego narzędzia wspierającego politykę Państwa w zakresie budowy sieci teletransmisyjnych, w tym mobilnych, przy jednoczesnym zapewnieniu ochrony mieszkańców przed ewentualnym nadmiernym oddziaływaniem pola elektromagnetycznego.

Utworzona i prowadzona w ramach projektowanego systemu SI2PEM baza danych przyczyni

⁴¹ Źródło: <https://www.mii.gov.pl/media/48672/SOR.pdf>

się do:

- zapewnienia jednoznaczności, kompletności i spójności danych odnoszących się do instalacji radiowych wytwarzających pole elektromagnetyczne z radiowego zakresu częstotliwości;
- skutecznego monitorowania i raportowania wyników badania pól elektromagnetycznych z zakresu radiowego, przy czym raportowane wyniki dotyczące różnych instalacji radiokomunikacyjnych pozwolą na określenie wartości skumulowanych PEM, które będą istotne nie tylko ze względu na swój charakter społeczny, ale także w związku z planowaniem i projektowaniem nowych sieci radiokomunikacyjnych przez prowadzących instalacje, dając informacje o dostępnym zapasie poziomu PEM w stosunku do określonej przepisem prawa wartości dopuszczalnej w środowisku – dzięki temu dotrzymanie właściwych poziomów PEM w środowisku będzie bardziej skuteczne;
- opracowania, na potrzeby prowadzących instalacje radiokomunikacyjne, narzędzi teleinformatycznych oraz modeli obliczeniowych do wyliczania pól elektromagnetycznych zgodnie z zaleceniem ITU-R K.70 i normami PN-EN, umożliwiającymi agregację i przetwarzanie danych pomiarowych z różnych dostępnych źródeł oraz precyzyjną estymację ciągłych rozkładów PEM w oparciu o pomiary i analizy symulacyjne wypadkowych wartości PEM na bazie opracowanych modeli matematycznych i inżynierskich;
- ułatwienia dostępu do istotnych danych dotyczących poziomów PEM: dla obywateli, administracji, przedsiębiorców, naukowców, etc.

Jednocześnie działania realizowane w ramach projektowanego systemu SI2PEM umożliwią zwiększenie transparentności procesu podejmowania przez odpowiednie organy Państwa decyzji, mającej na celu wydawanie stosownych pozwoleń w tym obszarze, a także usprawnienia tego procesu w nadchodzącej erze technologii 5G.

Jak wspomniano, projektowany system SI2PEM będzie gromadził dostępne wyniki pomiarów PEM wraz z precyzyjnymi informacjami na temat lokalizacji nadajników radiowych, rodzajach i parametrach stosowanych urządzeń, parametrach układów antenowych. Dane te będą udostępniane publicznie w różnych formatach, w tym prezentowane na mapach. W tym celu SI2PEM będzie pozyskiwał dane z istniejących systemów prowadzonych przez GIOŚ i UKE, zapewniał otwarte interfejsy do przekazywania danych pomiarowych oraz korzystał z dostępnych w GUGiK informacji geoprzestrzennych.

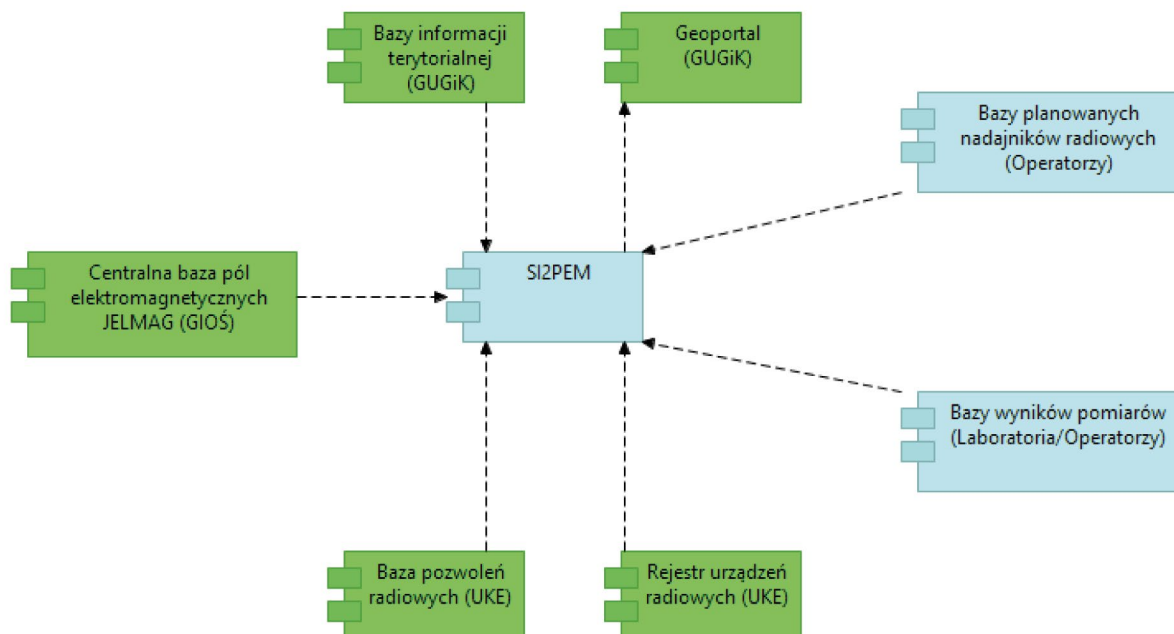
Jednym ze źródeł danych w projektowanym systemie SI2PEM będzie istniejący już system JEL-MAG. Dane o poziomach PEM będą dostarczane również w formie wyników pomiarów przeprowadzanych przez akredytowane laboratoria na zlecenie operatorów telekomunikacyjnych. Informacje odnośnie rozmieszczenia i podstawowych parametrów nadajników wytwarzających pole elektromagnetyczne pobierane będą z istniejących publicznych wykazów pozwoleń radiowych oraz rejestru urządzeń radiowych publikowanych przez UKE na swojej stronie internetowej. Drugim źródłem będą bazy danych planowanych i istniejących nadajników radiowych przekazanych przez operatorów telekomunikacyjnych.

Integracja z istniejącymi już systemami będzie miała charakter wyłącznie pomocniczy, gdyż gromadzą one stosunkowo niewiele danych, zarówno pomiarowych, jak i informacji o stacjach bazowych. Zasadniczą formą pozyskiwania szczegółowych danych pozostaną zatem moduły dedykowane dla laboratoriów akredytowanych oraz przedsiębiorców telekomunikacyjnych.

Poza warstwą wymiany danych system SI2PEM współpracować będzie również z platformą Geoportal. Zgromadzone w systemie dane będą przetworzone do postaci rastrowej i za po-

mocą WMS (ang. Web Map Service) udostępnione na platformie Geoportal w celu prezentacji danych na mapie Polski.

Widok kooperacji aplikacji projektowanego systemu SI2PEM przedstawiono na Rys. 36.



Rys. 36 Widok kooperacji aplikacji projektowanego systemu SI2PEM

Status	Opis
Planowany	System projektowany, w trakcie budowy.
Istniejący	System działający produkcyjnie, gotowy do wykorzystania.

Podsumowując, zakłada się, że system SI2PEM będzie gromadził dostępne wyniki pomiarów PEM wraz z informacjami na temat lokalizacji nadajników radiowych, rodzajach i parametrach stosowanych urządzeń, parametrach układów antenowych. System SI2PEM, na podstawie parametrów systemów nadawczych, modeli matematycznych oraz faktycznych pomiarów, będzie też prowadził symulację natężenia PEM umożliwiając określenie jego rozkładu z dokładnością do pojedynczych metrów. Będzie też umożliwiał zasymulowanie dodania do istniejącej sieci nowych nadajników, o określonych parametrach, i obliczenie ich wpływu na natężenie PEM. Dane zgromadzone w systemie będą udostępniane publicznie w wielu formatach, w tym prezentowane na mapach zarówno dwu-, jak i trójwymiarowych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Guidelines for limiting exposure to timevarying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz), Wytyczne ICNIRP i WHO.
- [2] Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz), Zalecenia Rady Europejskiej 1999/519/EC.
- [3] Comparison of international policies on electromagnetic fields (power frequency and radiofrequency fields), 2018.
- [4] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2017 r. poz. 519).
- [5] Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz. U. z 2016 r. poz. 1688).
- [6] Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2017 r. poz. 1405).
- [7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz. U. poz. 1883).
- [8] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie zgłoszenia instalacji wytwarzających pola elektromagnetyczne.
- [9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie rodzajów instalacji, których eksploatacja wymaga zgłoszenia.
- [10] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 listopada 2007 r. w sprawie zakresu i sposobu prowadzenia okresowych badań poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz. U. poz. 1645).
- [11] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 września 2015 r. w sprawie systemu informatycznego Inspekcji Ochrony Środowiska Ekoinfonet (Dz.U. poz. 1584).
- [12] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 listopada 2010 r. w sprawie sposobu i częstotliwości aktualizacji informacji o środowisku (Dz. U. poz. 1485).
- [13] Ocena poziomu pól elektromagnetycznych w środowisku za lata 2014-2016 –w oparciu o wyniki pomiarów Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska, GIOŚ, 2017.
- [14] OVE-Richtlinie R 23-1 Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz – Teil 1: Begrenzung der Exposition von Personen der Allgemeinbevölkerung, 2017.
- [15] Forum Mobil Kommunikation, Grenzwerte für den Personenschutz, 2017.
- [16] MOBILFUNK MESSREIHE, <https://messwerte.fmk.at>.
- [17] https://messwerte.fmk.at/101/niederoesterreich/Mobilfunk_Messwerte.html.
- [18] <http://www.senderkataster.at/karte>.
- [19] SENDERKATASTER, <http://www.senderkataster.at/>.
- [20] Prawo Zdrowia (org. Закон за здравето), <https://www.lex.bg/laws/ldoc%20/2135489147>.
- [21] Rozporządzenie w sprawie granic pola elektromagnetycznego.
- [22] International EMF Project - REPORT - 23rd International Advisory Committee Meeting WHO, Geneva, 20th – 22nd June 2018 – Portorož, Slovenia, (for the period June 2017 – June 2018);, www.who.int/peh-emf/project/mapnatreps/bulgaria_emf_2018.pdf.

- [23] Ustawa o ochronie zdrowia publicznego i zmianach niektórych aktów powiązanych (org. Předpis č. 258/2000 Sb. Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů), obowiązująca od: 14. 07. 2000; ostatnia zmiana 01 styczeń 2018; <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258> .
- [24] France's National Health And Safety Agency Calls For Reducing Children's Wireless Exposures: ANSES 2016, 2016.
- [25] European Commission Directorate - General Joint Research Centre, European Information System on Electromagnetic Fields Exposure and Health Impacts, 2005.
- [26] <https://www.cartoradio.fr/index.html#/cartographie/mesures>, [Online].
- [27] Lignes Directrices Nationales Sur La Presentation Des Resultats De Simulation De L'exposition Aux Ondes Emises Par Les Installations Radioelectriques, ANFR.
- [28] Ministere des Solidarites et de la Sante, <https://solidarites-sante.gouv.fr>.
- [29] Protocole de mesure in situ, Visant à vérifier pour les stations émettrices fixes, le respect des limitations, en terme de niveaux de référence, de l'exposition du public aux champs électromagnétiques prévues par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002.
- [30] Guide technique: Modelisation des sites radioelectriques et des perimeters de securite pour le public, 22.02.2008.
- [31] <https://api-site-cdn.paris.fr/images/91022>.
- [32] Ministère des Affaires sociales et de la Santé, Champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence, 2014.
- [33] E. Karabetsos, G. Filippopoulos, D. Koutounidis, Ch. Govari, N. Skamnakis, E F Measurements in Greece Conducted by the Greek Atomic Energy Commission.
- [34] http://eeae.gr/docs/files/_nomos4070.pdf.
- [35] International Journal of Environmental Research and Public Health, EMF Monitoring – Concepts, Activities, Gaps and Options, 2014.
- [36] E. Karabetsos, Report on EMF activities, 21th International Advisory Committee Meeting, 2016.
- [37] Generalitat de Catalunya, 2017 Annual Report on Radiofrequency Electromagnetic Field Exposure Levels in Catalonia.
- [38] Real Decreto 1066/2001 (Dekret Królewski 1066/2001 z 28 września 2001).
- [39] Radio-electric Governance, Coordination of electronic communications and environmental policies for the rolling out of radio communication infrastructure , LIFE09 ENV/ES/000505.
- [40] Commission de l'environnement, de la santé publique et de la sécurité alimentaire, Résolution du Parlement européen du 2 avril 2009 sur les préoccupations quant aux effets pour la santé des champs électromagnétiques (2008/2211(INI)).
- [41] National Institute for Public Health and the Environment, Ministry of Health, Welfare and Sport, Electromagnetic Fields in the Irish Context – RIVM Report 2015-0073.
- [42] Commission for Communications Regulation, 2009 Programme of Measurement of Non-Ionising Radiation Emissions, Document no. 09/82 23.10.2009.
- [43] Ustawa telekomunikacyjna (org. Lietuvos Respublikos elektroninių ryšių įstatymas), z 15.04.2004, ostatnia zmiana 30.06.2018, <https://www.e-tar.lt/portal/en/legalAct/t/6d0095f07c4611e8ae2bfd1913d66d57>.
- [44] Prawo Zdrowia Publicznego (org. Lietuvos Respublikos visuomenės sveikatos priežiūros įstatymas), obowiązująca od: 16.05.2002, <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.DD80CF948782>.

- [45] Norma Higieniczna HN 80, <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/486a6d707f4alle59aled226d1cbceb5>.
- [46] Norma Higieniczna HN 104, <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TA-IS.400299?jfwid=-fxdp8no3>.
- [47] P. F. A. S. BNetzA, https://emf.bundesnetzagentur.de/emf_mess.html.
- [48] Ustawa o ochronie przed szkodliwymi skutkami środowiskowymi spowodowanymi zanieczyszczeniem powietrza, hałasem, wibracjami i podobnymi procesami.
- [49] Rozporządzenie w sprawie wdrożenia federalnej ustawy o kontroli emisji.
- [50] Rozporządzenie w sprawie metod ograniczania pól elektromagnetycznych.
- [51] Regulation on the methodology for monitoring and measuring intensity levels of electromagnetic fields resulting from radiocommunications station emissions, ANACOM, 16.09.2011.
- [52] Regulation no. 96-A/2007, ANACOM, 29.05.2007.
- [53] Decreto-Lei n.º 151-A/2000, ANACOM, 20.07.2000.
- [54] <https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=65858>, ANACOM.
- [55] Rozporządzenie dotyczące warunków, które muszą spełnić podmioty prawne, które wykonują zadania systematycznego testowania poziomów promieniowania niejonizującego.
- [56] Prawo dotyczące ochrony przed promieniowaniem niejonizującym.
- [57] Rozporządzenie w sprawie wartości granicznych dla promieniowania niejonizującego, nr 104/09.
- [58] Rozporządzenie dotyczące źródeł promieniowania jonizującego bez szczegółowego określenia typów źródeł, rodzaju, metody i okresu obserwacji.
- [59] Portal EMF RATEL w Serbii.
- [60] Environmental EMF Monitoring in the SEMONT System Using Quad-band AMB 8057/03 Sensor, Materiały z konferencji IEEE.
- [61] Ustawa nr 355/2007 - Ustawa o ochronie, promocji i rozwoju zdrowia publicznego.
- [62] Dekret Ministerstwa Zdrowia Republiki Słowackiej w sprawie szczegółów wymagań dotyczących źródeł promieniowania elektromagnetycznego i granic narażenia ludności na promieniowanie elektromagnetyczne w środowisku.
- [63] Portal projektu monitoringu EMF na Słowacji.
- [64] Rozporządzenie w sprawie promieniowania elektromagnetycznego w środowisku naturalnym i żywym.
- [65] Zasady dotyczące początkowych pomiarów i monitorowania operacyjnego źródeł promieniowania elektromagnetycznego oraz warunki jego realizacji.
- [66] Portal INIS - Inštitut za neionizirna sevanja w Słowenii.
- [67] Wytyczne dotyczące ograniczania publicznej ekspozycji na pola elektromagnetyczne - Szwecja.
- [68] Towarzystwo Królewskie (ang. Royal Society), <https://royalsociety.org/>.
- [69] Szkoockie Towarzystwo Królewskie (ang. Royal Society of Edinburgh), <https://www.rse.org.uk/>.
- [70] T.G. Cooper, S.M. Mann, M. Halid, R.P.Blackwell, Exposure of the General Public to Radio Waves near Microcell and Picocell Base Stations for Mobile Telecommunications.
- [71] Krajowa Rada Ochrony Radiologicznej (ang. National Radiological Protection Board), obecnie część Angielskiej Agencji Zdrowia Publicznego, <https://www.gov.uk/government/organisations/public-health-england>.

- [72] Internationaler Vergleich der rechtlichen Regelungen im nichtionisierenden Bereich - Vorhaben 3614S80010 Band 1 Ländervergleich der Regelungen für elektrische, magnetische und elektro-magnetische Felder (0 Hz – 300 GHz).
- [73] ECC Recommendation (02)04 Measuring Non-Ionising Electromagnetic Radiation (9kHz –300GHz).
- [74] Ofcom, Mobile Phone Base-Station Audit.
- [75] <https://www.ofcom.org.uk/spectrum/information/mobile-operational-enquiries/mobile-base-station-audits>.
- [76] Francesco Troisi, Marina Boumis, Paolo Grazioso, The Italian national electromagnetic field monitoring network.
- [77] Italian DPCM, \Exposure limits, attention levels and quality targets for protection of people exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields produced with frequency between 100 kHz and 300 GHz, G.U. 28/08/2003, No. 199, 2003.
- [78] S. Miclaus, P. Bechet, Estimated And Measured Values Of The Radiofrequency Radiation Power Density Around Cellular Base Stations.
- [79] C. Giliberti , F. Boella , A. Bedini , R. Palomba , and L. Giuliani, Electromagnetic Mapping of Urban Areas: The Example of Monslice (Italy).
- [80] Francesco Troisi, Marina Boumis, Paolo Grazioso, The Italian national electromagnetic field monitoring network.
- [81] Mitigation techniques to limit human exposure to EMFs in the vicinity of radiocommunication stations, ITU-T K.70 (01/2018).
- [82] PN-EN 50383:2011/AC:2013, Norma podstawowa dotycząca obliczania i pomiaru natężenia pola elektromagnetycznego i SAR związanego z ekspozycją ludzi w polach elektromagnetycznych, wytwarzanych przez radiowe stacje bazowe i stałe stacje końcowe bezprzewodowyc.
- [83] Ressortforschungsberichte zur kerntechnischen Sicherheit und zum Strahlenschutz. Internationaler Vergleich der rechtlichen Regelungen im nichtionisierenden Bereich, Kanzlei Becker-Büttner-Held und EM-Institut GmbH, Berlin; S. Missling, A. Riel, M. Wuschek, H.-D. Reidenbach, D. Weiskopf, Band 1 Ländervergleich der Regelungen für elektrische, magnetische und elektro-magnetische Felder (0 Hz - 300 GHz);

Jednym z pomocniczych źródeł danych o instytucjach właściwych do prowadzenia badań poziomów pól elektromagnetycznych w poszczególnych krajach oraz obowiązujących w tym zakresie przepisach, wykorzystanych w niniejszym opracowaniu, jest jeden z tomów raportu, opracowanego w ramach projektu badawczego zleconego przez Federalny Urząd ds. Ochrony przed Promieniowaniem: Ressortforschungsberichte zur kerntechnischen Sicherheit und zum Strahlenschutz. Internationaler Vergleich der rechtlichen Regelungen im nichtionisierenden Bereich - Vorhaben 3614S80010. Band 1 Ländervergleich der Regelungen für elektrische, magnetische und elektro-magnetische Felder (0 Hz - 300 GHz); Auftragnehmer: Kanzlei Becker-Büttner-Held und EM-Institut GmbH, Berlin; S. Missling, A. Riel, M. Wuschek, H.-D. Reidenbach, D. Weiskopf
https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de.../BfS_2016_3614S80010_Bd1.pdf [83].

W raporcie tym udokumentowano, przeanalizowano i porównano wyniki badań w obszarze przepisów dotyczących pól elektromagnetycznych dla poszczególnych krajów. Raport został opracowany na podstawie ankiet wysłanych do wszystkich krajów. W raporcie podano aktualny stan prawny na marzec 2015 r., przy czym w niektórych krajach nastąpiły zmiany.



INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Szachowa 1, 04-894 Warszawa

www.il-pib.pl

