

# **RAPORT Z POMIARÓW PEM**

Pomiary pola  
elektromagnetycznego (PEM)  
wykonywane z wykorzystaniem  
selektywnego monitoringu  
stacjonarnego (SELMS PEM)

**METRYKA**

<b>Dane</b>	<b>Opis</b>
Tytuł dokumentu	<b>RAPORT Z BADAŃ – Pomiary PEM wykonywane z wykorzystaniem selektywnego monitoringu stacjonarnego (SELMS PEM)</b>
Autor dokumentu	Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy (IŁ-PIB)
Nr pracy IŁ-PIB	01.10.1.01.01.1
Nr Podzadania	1
Nazwa Podzadania	Pomiary pól elektromagnetycznych (PEM) wytwarzanych przez stacje bazowe telefonii komórkowej – kontynuacja prac z lat 2016-2020
Umowa dotacji celowej	Nr 1/DT/2021 z dnia 30 września 2021 r.
Rodzaj dokumentu	Produkt podzadania 1
Załączniki	<p>Raporty z pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego (PEM) wykonanych z wykorzystaniem selektywnej stacji monitoringu stacjonarnego zainstalowanej w lokalizacjach w miastach:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ UD Wilanów – nr raportu: 1/SELMS/2021</li> <li>▪ ZOO – nr raportu: 2/SELMS/2021</li> <li>▪ Szkoła Podstawowa nr 404 – nr raportu: 3/SELMS/2021</li> <li>▪ IŁ-PIB w Warszawie – nr raportu: 4/SELMS/2021</li> <li>▪ IŁ-PB we Wrocławiu – nr raportu: 5/SELMS/2021</li> </ul>

## SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI .....	3
WYKAZ TABLIC.....	3
WYKAZ RYSUNKÓW.....	4
WYKAZ SKRÓTÓW .....	5
<b>1. WPROWADZENIE.....</b>	<b>6</b>
1.1 Podstawa opracowania .....	6
1.2 Zakres podzadania .....	6
1.3 Zakres opracowania i cel pracy.....	6
<b>2. CEL BADAŃ.....</b>	<b>6</b>
<b>3. PODSUMOWANIE, WNIOSKI, REKOMENDACJE.....</b>	<b>7</b>
<b>4. PRZYGOTOWANIE DO BADAŃ.....</b>	<b>9</b>
4.1 Uzgodnienia .....	9
4.2 Podstawa realizacji pomiarów.....	9
<b>5. REALIZACJA BADAŃ.....</b>	<b>9</b>
5.1 Przebieg cyklu badań .....	9
5.2 Wykonawcy badań .....	10
5.3 Aparatura i oprzyrządowanie wykorzystane do badań.....	10
5.4 Architektura systemu .....	11
5.5 Konfiguracja stacji monitorujących .....	11
5.6 Transmisja danych .....	13
5.7 Serwer i baza danych.....	13
5.8 Miejsca badań.....	13
<b>6. POMIARY W POSZCZEGÓLNYCH LOKALIZACJACH .....</b>	<b>14</b>
6.1 Okres pomiarów .....	14
6.2 Miejsca instalacji.....	14
6.3 Wyniki pomiarów.....	18
6.4 Podsumowanie wyników.....	22
6.5 Wnioski .....	24

## WYKAZ TABLIC

Tabl. 1 Wykaz aparatury pomiarowej .....	10
Tabl. 2. Lokalizacje, w których prowadzono pomiary SELMS PEM .....	13
Tabl. 3. Daty rozpoczęcia i zakończenia badań .....	14
Tabl. 4 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) – <i>UD Wilanów</i> .....	20
Tabl. 5 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) – <i>ZOO</i> .....	21
Tabl. 6 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) – <i>Szkoła Podstawowa nr 404</i> .....	21
Tabl. 7 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) – <i>Ik-PIB Warszawa</i> .....	21
Tabl. 8 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) – <i>Ik-PIB Wrocław</i> .....	22
Tabl. 9. Zestawienie wyników pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa).....	22
Tabl. 10. Procentowe wykorzystanie wartości dopuszczalnej $ME_{gr}$ w lokalizacji <i>Szkoła Podstawowa nr 404</i> .....	23

**WYKAZ RYSUNKÓW**

Rys. 1 Schemat architektury pilotażowego systemu SELMS PEM.....	11
Rys. 2 Okno konfiguracji podzakresów pomiarowych .....	12
Rys. 3 Okna konfiguracji parametru <i>Rate</i> oraz <i>Averaging Period</i> .....	12
Rys. 4 Lokalizacja pomiarowa – <i>UD Wilanów</i> .....	15
Rys. 5 Lokalizacja pomiarowa – teren <i>ZOO</i> .....	15
Rys. 6 Lokalizacja pomiarowa – <i>Szkoła Podstawowa nr 404</i> .....	16
Rys. 7 Lokalizacja pomiarowa – <i>Ił-PIB w Warszawie</i> .....	16
Rys. 8 Lokalizacja pomiarowa – <i>Ił-PIB we Wrocławiu</i> .....	17
Rys. 9 Wyniki pomiarów dla 20 podzakresów częstotliwości – <i>UD Wilanów</i> .....	18
Rys. 10 Wyniki pomiarów dla 20 podzakresów częstotliwości – <i>ZOO</i> .....	18
Rys. 11 Wyniki pomiarów dla 20 podzakresów częstotliwości – <i>Szkoła Podstawowa nr 404</i> . 19	
Rys. 12 Wyniki pomiarów dla 20 podzakresów częstotliwości – <i>Ił-PIB Warszawa</i> .....	19
Rys. 13 Wyniki pomiarów dla 20 podzakresów częstotliwości – <i>Ił-PIB Wrocław</i> .....	20
Rys. 14 Procentowe wykorzystanie dopuszczalnego natężenia w zakresie częstotliwości: 0,1 MHz– 6000,0 MHz – <i>Szkoła Podstawowa nr 404</i> .....	23

## WYKAZ SKRÓTÓW

Skrót	Rozwinięcie
FTP	<i>File Transfer Protocol</i> – protokół komunikacyjny typu klient-serwer
IŁ-PIB	Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy
PMS	Państwowy Monitoring Środowiska
PEM	Pole elektromagnetyczne
PIBUK	Platforma Informatyczna systemu Badań i diagnozowania właściwości Usług Komunikacji elektronicznej
SELMS PEM	Selektywny Monitoring Stacjonarny PEM
UD	Urząd Dzielnicy
RLAN	<i>Radio Local Area Network</i> – radiowa sieć lokalna oparta na standardach serii IEEE 802.11 Sieci działające na obszarze Unii Europejskiej w paśmie częstotliwości 2,4 GHz (od 2400 MHz do 2483,5 MHz) i / lub w paśmie częstotliwości 5 GHz (od 5150 MHz do 5350 MHz oraz od 5470 MHz do 5725 MHz)
SBTK	Stacja Bazowa Telefonii Komórkowej
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i> – synonim określenia radiowej sieci lokalnej RLAN
ZOO	Miejski Ogród Zoologiczny w Warszawie

## 1. WPROWADZENIE

### 1.1 Podstawa opracowania

Umowa dotacji celowej Nr 1/DT/2021 z dnia 30 września 2021 r.

Podzadanie nr 1: *Pomiary pól elektromagnetycznych (PEM) wytwarzanych przez stacje bazowe telefonii komórkowej – kontynuacja prac z lat 2016-2020.*

### 1.2 Zakres podzadania

Podzadanie nr 1 było kontynuacją prac wykonanych w latach 2016 –2020.

Zakres podzadania nr 1 obejmował m.in. prowadzenie monitoringu stacjonarnego PEM :

- selektywnego, w zakresie częstotliwości od 100 kHz do 6 GHz;
- w lokalizacjach na terenie Warszawy i Wrocławia.

### 1.3 Zakres opracowania i cel pracy

Raport wraz załącznikami przedstawia wyniki oraz wnioski z wykonanych cykli pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego z zastosowaniem systemu monitoringu stacjonarnego PEM umożliwiającego pomiary selektywne w zakresie częstotliwości od 100 kHz do 6 GHz, instalowanych we wskazanych i uzgodnionych z przedstawicielami miasta Warszawy, w tym: w budynku UD Wilanów, na terenie Miejskiego Ogrodu Zoologicznego w Warszawie, w Szkole Podstawowej nr 404 na terenie dzielnicy Wawer m.st. Warszawy oraz na terenie siedzib IŁ-PIB w Warszawie i we Wrocławiu.

## 2. CEL BADAŃ

Celem przeprowadzonych badań, oprócz wykonania ciągłych, kilkudniowych pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego oraz porównania uzyskanych wyników z wymaganiami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2019 poz. 2448), było także:

- zapoznanie przedstawicieli miast z funkcjonalnością, sposobem działania, możliwościami, zaletami, ale też ograniczeniami systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM;
- identyfikacja uwarunkowań i potencjalnych problemów związanych z instalacją stacjonarnych stacji monitorujących;
- ocena możliwości i przydatności wykorzystania selektywnego stacjonarnego monitoringu PEM w planowanym do wdrożenia systemie monitoringu PEM o zasięgu krajowym.

### 3. PODSUMOWANIE, WNIOSKI, REKOMENDACJE

Stacja monitoringu stacjonarnego model AMS-8061, firmy Safety Test Solutions GmbH, z dołączoną sondą pomiarową model EHA-2B-01, to urządzenie umożliwiające ciągłą, selektywną rejestrację natężenia pola elektromagnetycznego w zakresie częstotliwości od 100 kHz do 6 GHz.

Uzyskane wyniki pomiarów dają możliwość, w przeciwieństwie do wyników klasycznych chwilowych pomiarów PEM, dokonania obserwacji zmian wartości PEM w dowolnym czasie z okresu obserwacji, pozwalają na jednoznaczną identyfikację częstotliwości oraz wartości składowych.

W ramach prowadzonych badań wykonywano ciągłe pomiary natężenia pola elektromagnetycznego z wykorzystaniem systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM, w okresie od 2.11.2021 r. do 8.12.2021 r., w cyklach min. tygodniowych.

Zarejestrowane wyniki wartości średniej natężenia pola elektromagnetycznego wynosiły od **0,01 V/m do 5,81 V/m**.

**W żadnej z lokalizacji nie stwierdzono przekroczeń dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku.**

W odróżnieniu od stacji szerokopasmowych, stacje selektywne pozwalają na jednoznaczną identyfikację częstotliwości oraz wartości składowych. Jest to szczególnie istotne wobec konieczności odróżnienia PEM wytwarzanego przez terminale abonenckie od PEM wytwarzanego przez instalacje radiokomunikacyjne, czy nawet konieczności rozróżnienia instalacji wytwarzających PEM, zależnie od zidentyfikowanych częstotliwości.

Zebrane wyniki uzyskane w trakcie realizacji badań wskazują na pewne prawidłowości odnośnie poziomów PEM w środowisku, które są powiązane zarówno z porą dnia, jak i samym dniem tygodnia, w których pomiary były wykonywane.

Wyniki pomiarów uzyskanych w trakcie realizacji selektywnego monitoringu PEM, z uwagi na wybrane miejsca instalacji stacji monitorujących oraz okres prowadzenia badań, wskazują na:

- bardzo niski, praktycznie pomijalny, poziom PEM w tych zakresach częstotliwości pracy SBTK, w których działają nadajniki terminali abonenckich (tzw. „up-link”) – widoczne na wykresach „szpilki” można identyfikować jako chwilowe emisje od terminali abonenckich;
- niski poziom PEM w zakresach UKF oraz DVB-T;
- niski poziom PEM w zakresach RLAN 2,4 GHz oraz 5 GHz – widoczne na wykresach „szpilki” można identyfikować jako chwilowe emisje od terminali abonenckich pracujących w sieciach lokalnych Wi-Fi;
- wyraźnie ponad szumem tła, mierzalny poziom PEM w tych zakresach częstotliwości pracy SBTK, w których działają nadajniki stacji bazowych telefonii komórkowej (tzw. „down-link”) – różne zakresy zależnie od lokalizacji.

Uzyskane niskie poziomy PEM w zakresach częstotliwości pracy nadajników terminali abonenckich bądź RLAN 2,4 GHz oraz 5 GHz nie oznaczają, że nie warto monitorować tych pasm częstotliwości ze względu na niskie rejestrowane poziomy PEM. Wskazują natomiast na to, że należy odpowiednio dobierać lokalizacje do posadowienia stacji selektywnego monitoringu PEM – powinny być to lokalizacje charakteryzujące się dużymi skupiskami użytkowników, którzy często korzystają z transmisji danych w sieciach RLAN.

Wprowadzone w życie od 1.01.2020 r. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku, definiuje graniczne poziomy PEM zależnie od częstotliwości. Potwierdza to zasadność stosowania dla oceny zgodności dotrzymania tych poziomów również sposobu selektywnego częstotliwościowo (poziomy składowych o różnych częstotliwościach należy bowiem odnosić do odpowiednich dla tych częstotliwości wartości dopuszczalnej) poza powszechnie stosowaną metodą szerokopasmową.

Mając jednak na względzie obecne uwarunkowania prawne dotyczące monitoringu PEM, w tym:

- określoną Rozporządzeniem Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 roku w sprawie sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku, dopuszczalność obu metod pomiarowych: szerokopasmowej i selektywnej;
- zapewnienie realizacji pomiarów pól elektromagnetycznych w środowisku w ramach PMŚ w zakresie technologii 5G;
- zachowanie obowiązującej metodyki pomiarowej dostosowanej do posiadanej przez Inspekcję Ochrony Środowiska aparatury pomiarowej;

a także mając na względzie ograniczenia stacji umożliwiające selektywną rejestrację PEM (węższy zakres pomiarowy, duże wymiary i waga, ale także wyższa cena w stosunku do stacji szerokopasmowej), wydaje się celowe tworzenie krajowego systemu monitorowania PEM zbudowanego zasadniczo w oparciu o stacje umożliwiające szerokopasmową rejestrację PEM.

W przypadku rozbudowy krajowego systemu monitoringu PEM można założyć, że selektywna rejestracja PEM będzie miała charakter uzupełniający i rozszerzający w stosunku do podstawowego sposobu prowadzenia monitoringu, tj. szerokopasmowej rejestracji PEM. Prowadzenie selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM jest uzasadnione w lokalizacjach, w których na stosunkowo niewielkim obszarze funkcjonuje wiele źródeł PEM, występują duże skupiska użytkowników często korzystających z transmisji danych oraz gdy wyniki uzyskiwane podczas prowadzenia szerokopasmowego monitoringu PEM przekraczają np. 50% najniższej wartości dopuszczalnej w zakresie częstotliwości powyżej 10 MHz, tj. 14 V/m.

Rekomenduje się kontynuację pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego z wykorzystaniem systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM w kolejnych latach, w lokalizacjach wskazanych przez przedstawicieli urzędów miast i gmin.



## 4. PRZYGOTOWANIE DO BADAŃ

Przygotowanie do cyklu badań z wykorzystaniem systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM obejmowało:

- przygotowanie odpowiedniej konfiguracji sprzętowej;
- uzgodnienia z przedstawicielami miast wytypowanych do badań lokalizacji;
- podpisanie umów określających warunki i zasady współpracy w obszarze prowadzonych badań.

### 4.1 Uzgodnienia

Uzgodnienia z przedstawicielami miast dotyczyły:

- udziału w badaniach i organizacji pomiarów;
- wyboru lokalizacji do wykonywania pomiarów;
- zabezpieczenia aparatury;
- warunków i terminów instalacji;
- podpisanie Umów Współpracy.

### 4.2 Podstawa realizacji pomiarów

Pomiary w poszczególnych lokalizacjach, poza siedzibami IŁ-PIB w Warszawie i we Wrocławiu, realizowane były na podstawie umów:

1. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Miastem Stołecznym Warszawa Dzielnica Wilanów, z dnia 8.11.2021 r.
2. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Miastem Stołecznym Warszawa reprezentowanym przez Dyrektora Miejskiego Ogrodu Zoologicznego w Warszawie, z dnia 16.11.2021 r.
3. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Miastem Stołecznym Warszawa Dzielnica Wawer, z dnia 28.10.2021 r. wraz z Aneksem nr 1 z dnia 26.11.2021 r.

## 5. REALIZACJA BADAŃ

### 5.1 Przebieg cyklu badań

Realizacja każdego z cykli badań z wykorzystaniem systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM obejmowała:

- instalację i uruchomienie stacji monitorującej;
- instruktaż w zakresie działania i obsługi stacji monitorującej;
- rozpoczęcie cyklu selektywnych pomiarów;
- sprawdzenie komunikacji stacji z serwerem w siedzibie IŁ-PIB w Warszawie;
- analizę wyników pomiarów zgromadzonych w dedykowanej bazie danych;
- zakończenie pomiarów i deinstalacja stacji monitorującej;
- przygotowanie raportu z badań.

## 5.2 Wykonawcy badań

Prace realizowanych w ramach podzadania 1 w zakresie selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM zostały podzielone pomiędzy dwa zespoły wykonawcze IŁ-PIB:

- Z-1 w Warszawie,
- Z-21 we Wrocławiu.

Kluczowy zespół projektowy IŁ-PIB w Warszawie:

- Piotr Karpeta,
- Jakub Kwiecień,
- Henryk Parapura,
- Rafał Pawlak,
- Barbara Regulska,
- Tomasz Sędek,
- Mikołaj Waszkiewicz.

Kluczowy zespół projektowy IŁ-PIB we Wrocławiu:

- Dykiert Dagmara-Głowacz,
- Bartosz Głowacz,
- Marek Jermakowicz,
- Joanna Kalina,
- Jagoda Wierzbicka.

## 5.3 Aparatura i oprzyrządowanie wykorzystane do badań

W skład jednego zestawu pomiarowego wykorzystywanego do selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM, wchodziły przyrządy firmy Narda Safety Test Solutions GmbH, w tym:

- stacjonarna stacja monitoringu pola elektromagnetycznego model AMS-8061;
- sonda pomiarowa model EHA-2B-01 przeznaczona do pomiarów w zakresie częstotliwości od 100 kHz do 6 GHz.

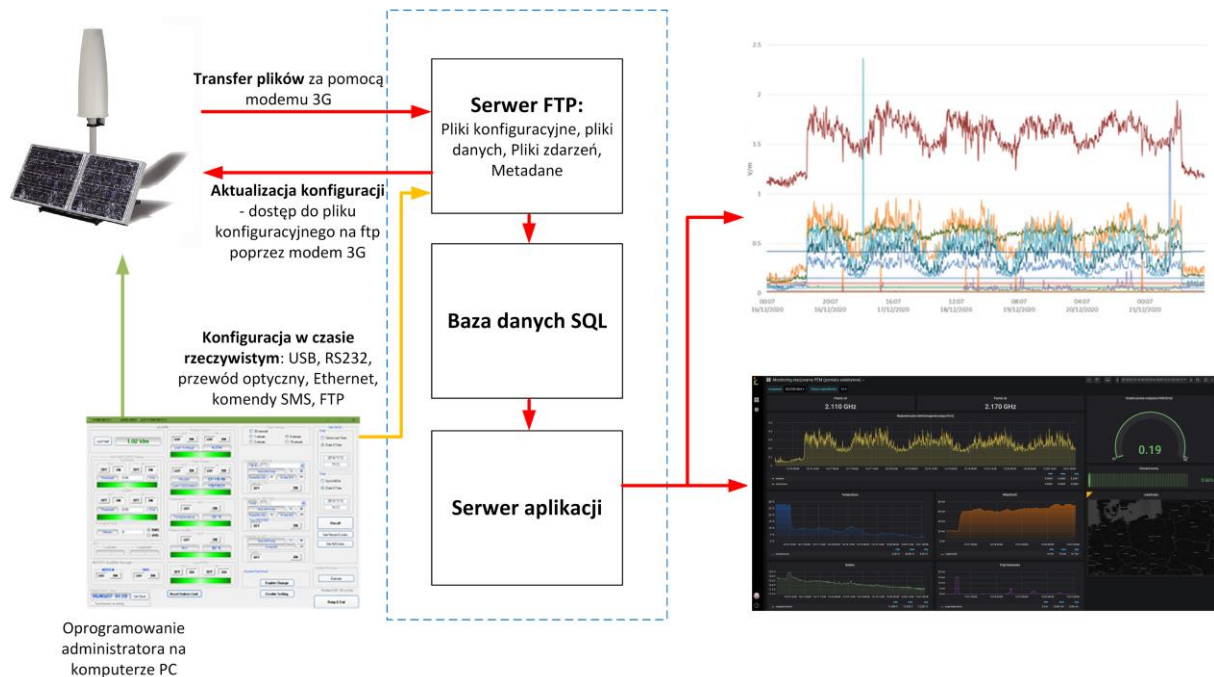
Wykazy aparatury pomiarowej stosowanej w badaniach, prowadzonym przez zespół IŁ-PIB w Warszawie oraz we Wrocławiu, są zawarte Tabl. 1.

Tabl. 1 Wykaz aparatury pomiarowej

Lp.	Nazwa	Model	Nr seryjny	Producent
			Nr ewidencyjny	
1.	Stacjonarna, selektywna stacja monitoringu pola elektromagnetycznego	AMS-8061	031ZY01004	Narda Safety Test Solutions GmbH
2.	Sonda pomiarowa do pomiarów w zakresie częstotliwości 100 kHz – 6 GHz	EHA-2B-01	000ZX00112	
3.	Stacjonarna, selektywna stacja monitoringu pola elektromagnetycznego	AMS-8061	031ZY01005	
4.	Sonda pomiarowa do pomiarów w zakresie częstotliwości 100 kHz – 6 GHz	EHA-2B-01	000ZX00113	

## 5.4 Architektura systemu

Architekturę pilotażowego systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM, przedstawiono na Rys. 1.



Rys. 1 Schemat architektury pilotażowego systemu SELMS PEM

## 5.5 Konfiguracja stacji monitorujących

Stacja monitorująca została zaprogramowana na 20 podzakresów częstotliwości – dla każdego podzakresu określono częstotliwość początkową i końcową. Ekran konfiguracji podzakresów przedstawiono na Rys. 2.

Stacja monitorująca wykonywała pomiary nie częściej niż 5 razy na sekundę (dokładny czas próbkowania zależy jest od wartości częstotliwości i szerokości podzakresu) i zapisywała dwa wyniki dla każdego ze zdefiniowanych podzakresów: wartość średnią (*Avg*) oraz maksymalną (*Peak*) za wybrany okres (*Rate*), dla którego przyjęto wartość 6 minut (*Rate Settings*), zgodnie z Rys. 3. Ponadto ustawiono czas (*Averaging Period*) oraz rodzaj uśredniania wyników RMS, gdzie RMS oznacza średnią kwadratową.

	Start Freq. [MHz]	Stop Freq. [MHz]	
1	87.500	108.000	<input checked="" type="checkbox"/>
2	108.000	174.000	<input checked="" type="checkbox"/>
3	174.000	230.000	<input checked="" type="checkbox"/>
4	230.000	470.000	<input checked="" type="checkbox"/>
5	470.000	790.000	<input checked="" type="checkbox"/>
6	791.000	821.000	<input checked="" type="checkbox"/>
7	832.000	862.000	<input checked="" type="checkbox"/>
8	880.000	915.000	<input checked="" type="checkbox"/>
9	925.000	960.000	<input checked="" type="checkbox"/>
10	1710.000	1785.000	<input checked="" type="checkbox"/>
11	1805.000	1880.000	<input checked="" type="checkbox"/>
12	1900.000	1980.000	<input checked="" type="checkbox"/>
13	2110.000	2170.000	<input checked="" type="checkbox"/>
14	2400.000	2483.500	<input checked="" type="checkbox"/>
15	2500.000	2570.000	<input checked="" type="checkbox"/>
16	2570.000	2620.000	<input checked="" type="checkbox"/>
17	2620.000	2690.000	<input checked="" type="checkbox"/>
18	3400.000	3800.000	<input checked="" type="checkbox"/>
19	5150.000	5725.000	<input checked="" type="checkbox"/>
20	0.100	6000.000	<input checked="" type="checkbox"/>

Rys. 2 Okno konfiguracji podzakresów pomiarowych

Rate Settings

1 minute

2 minute

6 minute

15 minute

Averaging Period

Minute   RMS  AVG

Rys. 3 Okna konfiguracji parametru *Rate* oraz *Averaging Period*

Zgodnie z zapisami zalecenia 1999/519/EC czas uśredniania pomiarów powinien wynosić 6 minut. Zatem, aby np. stacja przekazywała uśrednione wyniki co 6 minut obydwie parametry (*Rate* i *Averaging Period*) powinny zostały ustawione na 6 minut.

## 5.6 Transmisja danych

Dane uzyskane podczas badań były zarejestrowane w pamięci stacji monitorującej.

Na potrzeby badań przyjęto, że dane ze stacji monitorującej do bazy danych będą przesyłane z wykorzystaniem wbudowanego modemu do transmisji danych w sieciach komórkowych 2G/3G. W tym celu zostały zakupione dwa zestawy startowe kart SIM w systemie pre-paid.

## 5.7 Serwer i baza danych

Stacja monitorująca zapisywała i przekazywała do serwera FTP dane w formacie binarnym. Dane były interpretowane i przekazywane do bazy danych z wykorzystaniem platformy PIBUK, zewnętrznych programów, w tym programu dedykowanego na komputerze PC, a następnie z tego programu eksportowane do pliku w formacie CSV z wynikami za zadany okres.

## 5.8 Miejsca badań

Pomiary wykonywane były w lokalizacjach na terenie Warszawy i Wrocławia. Listę lokalizacji i ich adresów przedstawia Tabl. 2.

Tabl. 2. Lokalizacje, w których prowadzono pomiary SELMS PEM

Lp.	Nr raportu	Adres lokalizacji
1.	SELMS/1/2021	Urząd Dzielnicy Wilanów m.st. Warszawy, ul. Klimczaka 2, 02-797 Warszawa
2.	SELMS/2/2021	Miejski Ogród Zoologiczny w Warszawie, ul. Ratuszowa 1/3, 03-461 Warszawa
3.	SELMS/3/2021	Szkoła Podstawowa nr 404, ul. Cyklamenów 28, 04-798 Warszawa
4.	SELMS/4/2021	Instytut łączności - Państwowy Instytut Badawczy, ul. Szachowa 1, 04-894 Warszawa
5.	SELMS/5/2021	Instytut łączności - Państwowy Instytut Badawczy, ul. Swojczycka 38, 51-501 Wrocław

## 6. POMIARY W POSZCZEGÓLNYCH LOKALIZACJACH

### 6.1 Okres pomiarów

Pomiary wykonywane były w każdej z lokalizacji przez okres minimum 5 dni.

Daty rozpoczęcia i zakończenia badań przedstawia Tabl. 3.

Tabl. 3. Daty rozpoczęcia i zakończenia badań

Lp.	Nr raportu	Lokalizacja	Początek	Koniec
1.	SELMS/1/2021	Urząd Dzielnicy Wilanów m.st. Warszawy	10.11.2021	23.11.2021
2.	SELMS/2/2021	Miejski Ogród Zoologiczny w Warszawie	23.11.2021	29.11.2021
3.	SELMS/3/2021	Szkoła Podstawowa nr 404, Warszawa Wawer	29.11.2021	8.12.2021
4.	SELMS/4/2021	Instytut łączności - Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa	2.11.2021	9.11.2021
5.	SELMS/5/2021	Instytut łączności - Państwowy Instytut Badawczy, Wrocław	4.11.2021	14.11.2021

### 6.2 Miejsca instalacji

Badania wykonywane były w lokalizacjach znajdujących się na terenach IŁ-PIB w Warszawie i we Wrocławiu oraz we wskazanych przez przedstawicieli miast lokalizacjach na terenie Warszawy.

Lokalizacje, w których prowadzono selektywny monitoring stacjonarny PEM zostały przedstawione na zdjęciach na Rys. 4 ÷ Rys. 8 oraz opisane poniżej.

- (1) Siedziba Urzędu Dzielnicy Wilanów m.st. Warszawy – dach budynku 3 piętrowego, najbliższe anteny SBTK odległe o 200 metrów, kolejne SBTK w odległości ok. 400 i 600 metrów (por. Rys. 4).
- (2) Miejski Ogród Zoologiczny w Warszawie – zaplecze socjalne na terenie parku zoologicznego, montaż na poziomie gruntu, najbliższe anteny SBTK odległe o 350 metrów (por. Rys. 5).
- (3) Szkoła Podstawowa nr 404 – dach dwupiętrowego budynku, najbliższe anteny SBTK odległe o 100 metrów (por. Rys. 6).
- (4) Platforma pomiarowa na dachu budynku IŁ-PIB w Warszawie, najbliższe anteny SBTK odległe o 40 metrów (por. Rys. 7).
- (5) Dach budynku IŁ-PIB we Wrocławiu, bezpośrednia widoczność anten SBTK w odległości ok. 120 metrów (por. Rys. 8).





Rys. 4 Lokalizacja pomiarowa – UD Wilanów

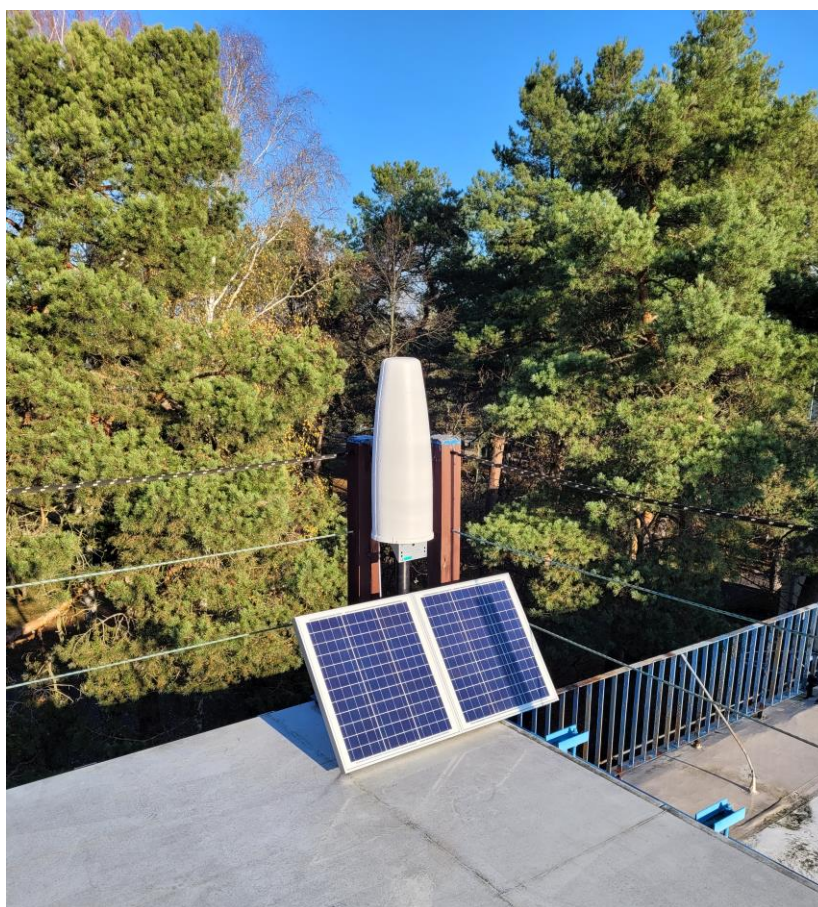


Rys. 5 Lokalizacja pomiarowa – teren ZOO





Rys. 6 Lokalizacja pomiarowa – Szkoła Podstawowa nr 404



Rys. 7 Lokalizacja pomiarowa – IŁ-PIB w Warszawie

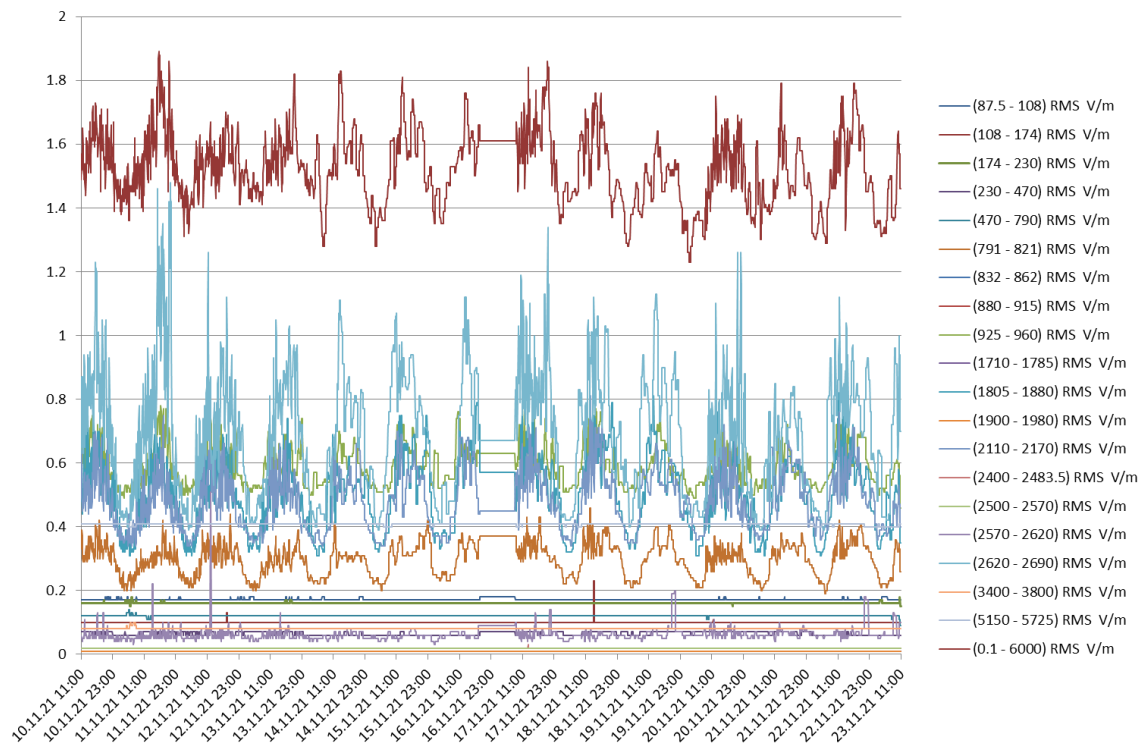




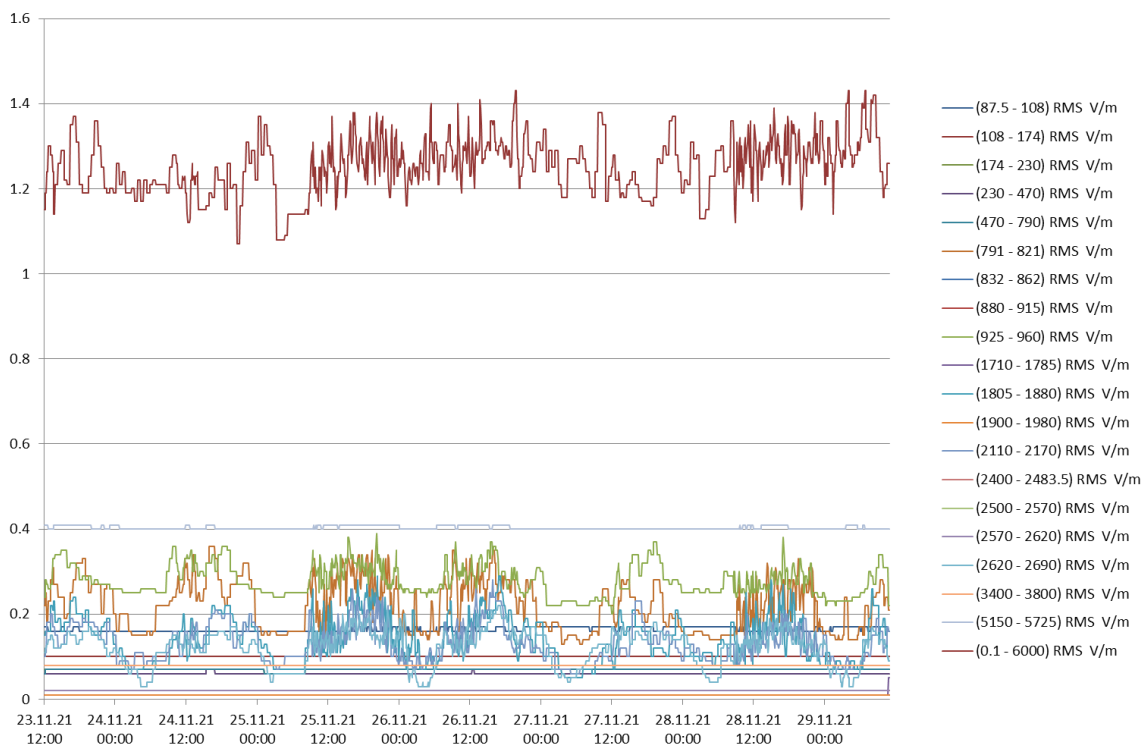
Rys. 8 Lokalizacja pomiarowa – *It-PIB we Wrocławiu*

### 6.3 Wyniki pomiarów

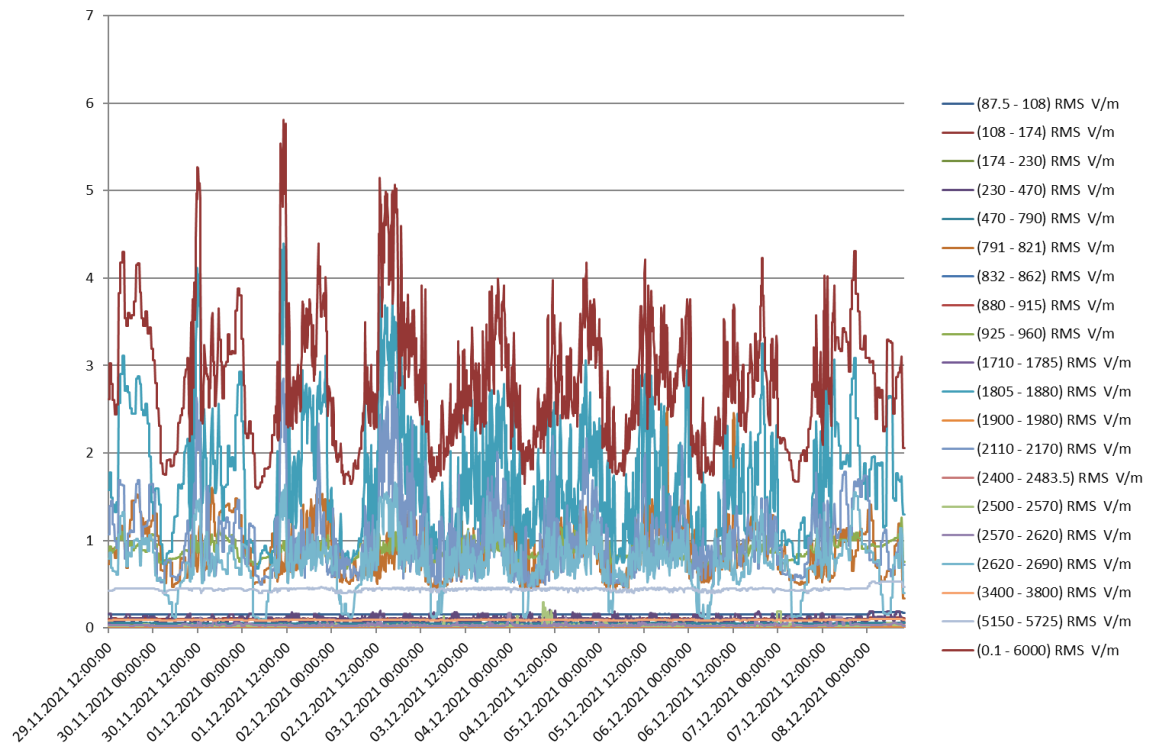
Wykresy zbiorcze, z wynikami pomiarów dla wszystkich 20 podzakresów częstotliwości, przeprowadzonych w lokalizacjach w Warszawie i we Wrocławiu przedstawiono na Rys. 9 ÷ Rys. 13.



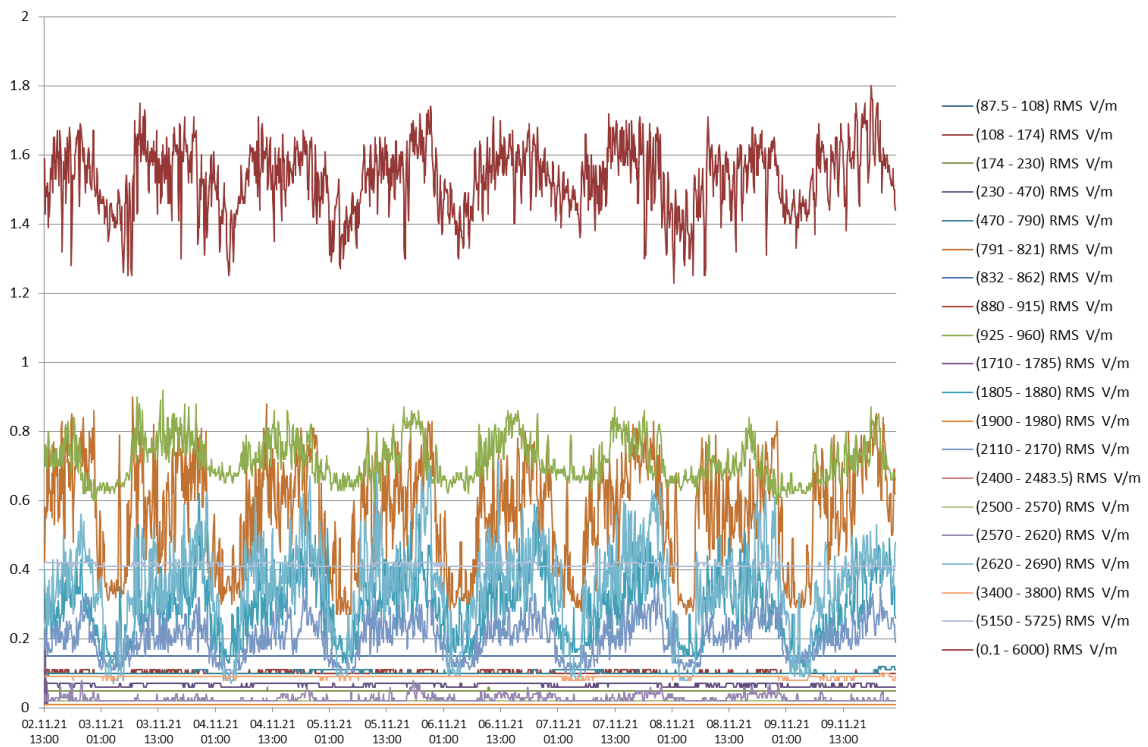
Rys. 9 Wyniki pomiarów dla 20 podzakresów częstotliwości – UD Wilanów



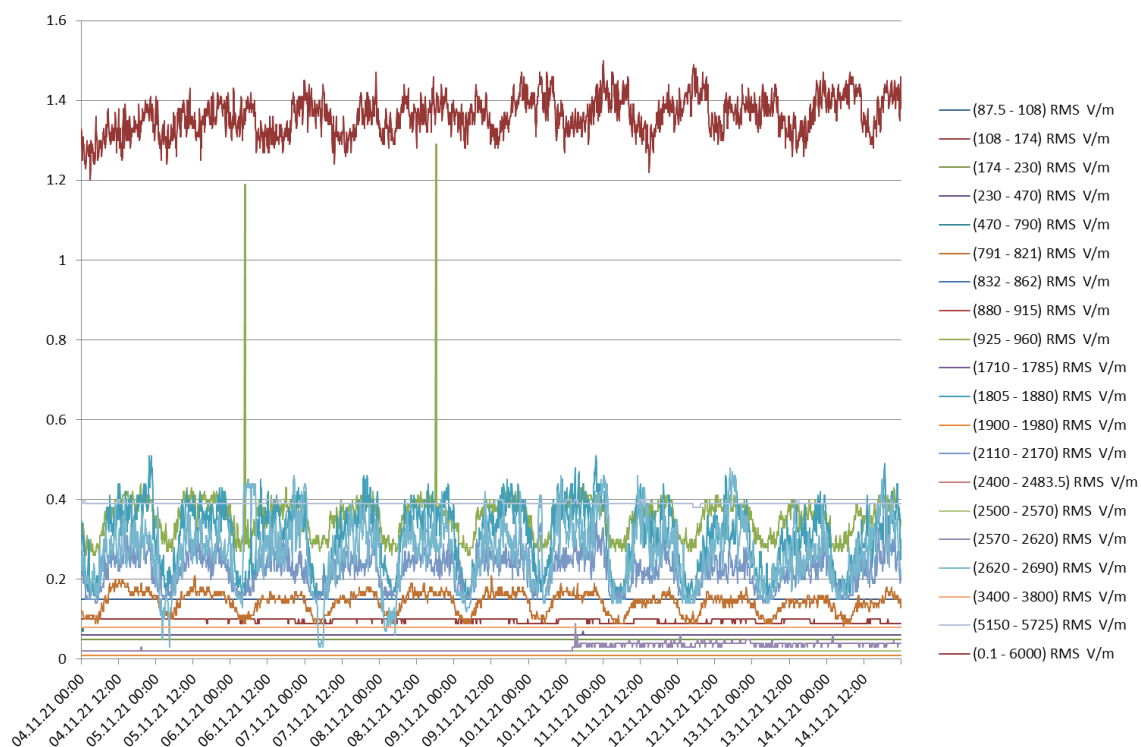
Rys. 10 Wyniki pomiarów dla 20 podzakresów częstotliwości – ZOO



Rys. 11 Wyniki pomiarów dla 20 podzakresów częstotliwości – Szkoła Podstawowa nr 404



Rys. 12 Wyniki pomiarów dla 20 podzakresów częstotliwości – IŁ-PIB Warszawa



Rys. 13 Wyniki pomiarów dla 20 podzakresów częstotliwości – *It-PIB Wrocław*

Wyniki pomiarów: RMS (wartość średnia) i PEAK (wartość szczytowa) w kolejnych dniach, dla wszystkich 20 podzakresów częstotliwości, przedstawiono w Tabl. 4 ÷ Tabl. 8.

Tabl. 4 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) – *UD Wilanów*

Data	Najniższy wynik RMS [V/m]	Najwyższy wynik RMS [V/m]	Najwyższy wynik PEAK [V/m]
2021-11-10	0,01	1,73	1,86
2021-11-11	0,01	<b>1,89</b>	1,99
2021-11-12	0,01	1,70	1,84
2021-11-13	0,01	1,82	1,92
2021-11-14	0,01	1,83	1,94
2021-11-15	0,01	1,81	1,92
2021-11-16	0,01	1,76	1,84
2021-11-17	0,01	1,86	<b>2,01</b>
2021-11-18	0,01	1,76	1,90
2021-11-19	0,01	1,64	1,85
2021-11-20	0,01	1,75	1,88
2021-11-21	0,01	1,79	1,96
2021-11-22	0,01	1,79	1,92
2021-11-23	0,01	1,64	1,72

Tabl. 5 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) – ZOO

Data	Najniższy wynik RMS [V/m]	Najwyższy wynik RMS [V/m]	Najwyższy wynik PEAK [V/m]
2021-11-23	0,01	1,37	1,53
2021-11-24	0,01	1,31	1,46
2021-11-25	0,01	1,38	1,55
2021-11-26	0,01	<b>1,43</b>	1,57
2021-11-27	0,01	1,38	<b>1,63</b>
2021-11-28	0,01	1,39	1,54
2021-11-29	0,01	<b>1,43</b>	1,62

Tabl. 6 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) – Szkoła Podstawowa nr 404

Data	Najniższy wynik RMS [V/m]	Najwyższy wynik RMS [V/m]	Najwyższy wynik PEAK [V/m]
2021-11-29	0,01	4,30	5,46
2021-11-30	0,01	5,27	5,73
2021-12-01	0,01	<b>5,81</b>	<b>6,14</b>
2021-12-02	0,01	5,14	5,76
2021-12-03	0,01	3,99	5,56
2021-12-04	0,01	4,18	5,20
2021-12-05	0,01	4,21	4,99
2021-12-06	0,01	4,23	5,27
2021-12-07	0,01	4,31	5,63
2021-12-08	0,01	3,30	4,73

Tabl. 7 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) – IŁ-PIB Warszawa

Data	Najniższy wynik RMS [V/m]	Najwyższy wynik RMS [V/m]	Najwyższy wynik PEAK [V/m]
2021-11-02	0,01	1,69	1,81
2021-11-03	0,01	1,75	1,85
2021-11-04	0,01	1,71	1,80
2021-11-05	0,01	1,74	1,79
2021-11-06	0,01	1,71	<b>1,86</b>
2021-11-07	0,01	1,72	1,84
2021-11-08	0,01	1,71	1,82
2021-11-09	0,01	<b>1,80</b>	1,84

Tabl. 8 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) – IŁ-PIB Wrocław

Data	Najniższy wynik RMS [V/m]	Najwyższy wynik RMS [V/m]	Najwyższy wynik PEAK [V/m]
2021-11-04	0,01	1,41	1,51
2021-11-05	0,01	1,43	1,52
2021-11-06	0,01	1,45	2,85
2021-11-07	0,01	1,47	1,77
2021-11-08	0,01	1,46	<b>3,06</b>
2021-11-09	0,01	1,47	1,57
2021-11-10	0,01	1,49	1,67
2021-11-11	0,01	<b>1,50</b>	1,59
2021-11-12	0,01	1,49	1,63
2021-11-13	0,01	1,47	1,61
2021-11-14	0,01	1,47	1,61

#### 6.4 Podsumowanie wyników

W ramach badań selektywnego monitoringu stacjonarnego (SELMS PEM) wykonywano ciągłe pomiary natężenia pola elektromagnetycznego w okresie 02.11.2021 r. – 8.12.2021 r. Zarejestrowane wyniki wartości średniej natężenia pola elektromagnetycznego wynosiły od **0,01 V/m do 5,81 V/m**.

W przypadku monitoringu selektywnego uzyskiwane wartości natężenia PEM na poziomie 0,01 V/m w określonych zakresach pomiarowych oznaczają praktycznie brak emisji PEM w tych zakresach na poziomach powyżej progu czułości sondy pomiarowej.

#### **Nie stwierdzono przekroczeń dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku.**

Zestawienie, zarejestrowanych w poszczególnych lokalizacjach, najwyższych i najniższych średnich wartości natężenia pola elektromagnetycznego (RMS) oraz najwyższych wartości szczytowych (PEAK), przedstawiono w Tabl. 9.

Tabl. 9. Zestawienie wyników pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa)

Lp.	Lokalizacja	Najniższy wynik RMS [V/m]	Najwyższy wynik RMS [V/m]	Najwyższy wynik PEAK [V/m]
1.	UD Wilanów	0,01	1,89	2,01
2.	ZOO	0,01	1,43	1,63
3.	Szkoła Podstawowa nr 404	0,01	<b>5,81</b>	<b>6,14</b>
4.	IŁ-PIB Warszawa	0,01	1,80	1,86
5.	IŁ-PIB Wrocław	0,01	1,50	3,06

Analiza wyników uzyskanych w poszczególnych zakresach częstotliwości pozwala na procentowe określenie „wykorzystania” wartości dopuszczalnej PEM obowiązującej w określonym zakresie częstotliwości.

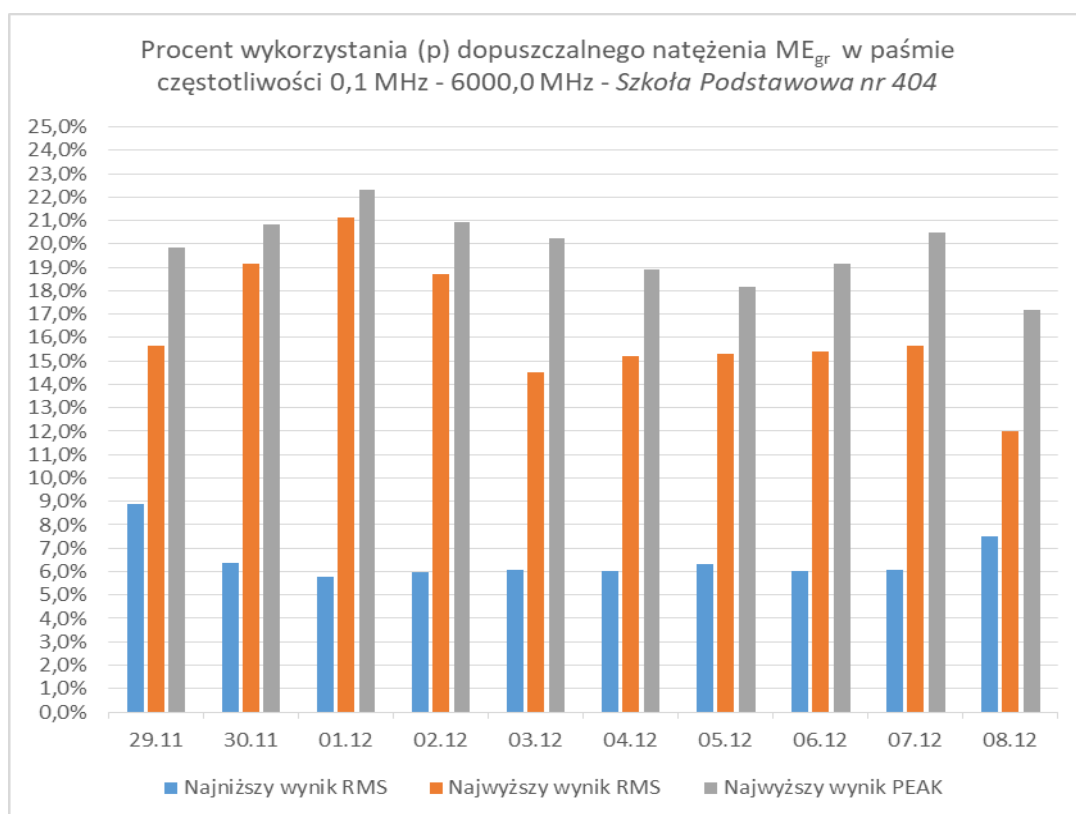
W trakcie prowadzonych badań najwyższy wynik RMS wynoszący **5,81 V/m** oraz najwyższy wynik PEAK wynoszący **6,14 V/m** zarejestrowano w zakresie częstotliwości 0,1 MHz – 6000,0 MHz, w lokalizacji *Szkoła Podstawowa nr 404*.

Ponieważ dla tej częstotliwości wartość dopuszczalna PEM w środowisku wynosi **27,54 V/m**, można mówić odpowiednio o **21,13%** oraz o **22,23%**, a więc o niskim wykorzystaniu wartości dopuszczalnej.

Zestawienie procentowego wykorzystania wartości dopuszczalnej  $ME_{gr}$  w zakresie częstotliwości 0,1 MHz – 6000,0 MHz, w lokalizacji *Szkoła Podstawowa nr 404*, przedstawia Tabl. 10 oraz ilustruje wykres na **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**

Tabl. 10. Procentowe wykorzystanie wartości dopuszczalnej  $ME_{gr}$  w lokalizacji *Szkoła Podstawowa nr 404*

Data pomiarów	29.11	30.11	1.12	2.12	3.12	4.12	5.12	6.12	7.12	8.12
Najniższy wynik RMS [V/m]	8,87	6,36	5,78	5,96	6,07	6,00	6,33	6,04	6,07	7,49
Najwyższy wynik RMS [V/m]	15,64	19,16	<b>21,13</b>	18,69	14,51	15,20	15,31	15,38	15,67	12,00
Najwyższy wynik PEAK [V/m]	19,85	20,84	<b>22,33</b>	20,95	20,22	18,91	18,15	19,16	20,47	17,20



Rys. 14 Procentowe wykorzystanie dopuszczalnego natężenia w zakresie częstotliwości: 0,1 MHz– 6000,0 MHz – *Szkoła Podstawowa nr 404*

Zarejestrowane poziomy PEM w zakresach pracy SBTK, w których działają nadajniki stacji bazowych telefonii komórkowej wskazują na dobową zmienność PEM i periodyczność tych zmian.



## 6.5 Wnioski

Uzyskane wyniki pomiarów z wykorzystaniem systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM dają możliwość, w przeciwieństwie do wyników klasycznych chwilowych bądź krótkoterminowych pomiarów PEM, dokonania obserwacji zmian wartości PEM w dowolnym czasie z okresu obserwacji. Pozwalają także na jednoznaczną identyfikację poziomów PEM w zdefiniowanych zakresach częstotliwości oraz na procentowe określenie „wykorzystania” wartości dopuszczalnej PEM obowiązującej w określonym zakresie częstotliwości. Jest to niewątpliwa przewaga monitoringu selektywnego nad monitoringiem szerokopasmowym.

Monitoring PEM prowadzony w okresie niecałego tygodnia pozwala na wyciągnięcie wniosków odnoszących się nie tylko do bezwzględnych poziomów PEM warunkujących dotrzymanie poziomów dopuszczalnych, ale także do ich dobowej zmienności i regularnej powtarzalności.

Przeprowadzone badania z wykorzystaniem systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego potwierdziły autonomiczność stacji monitorującej, w tym:

- bezobsługowy pomiar, rejestrację i przekazywanie danych do serwera;
- transmisję danych w sieci komórkowej;
- możliwość ładowania wbudowanego akumulatora za pośrednictwem zintegrowanego ogniwa fotowoltaicznego.

Jednocześnie badania SELMS PEM potwierdziły pewne istotne ograniczenia wynikające z samej konstrukcji stacji monitorujących, jej wymiarów (1480 mm × 1100 mm × 715 mm) oraz wagi (~ 35 kg), które bezpośrednio wpływają na wybór miejsc instalacji (reprezentatywnych dla prowadzonych pomiarów) oraz czas trwania cykli pomiarowych (bez częstego przemieszczania stacji).

Istotne okazało się w tym wypadku zapewnienie transportu stacji na miejsce instalacji bez konieczności całkowitego demontażu konstrukcji oraz dostęp do miejsca instalacji aparatury o stosunkowo dużych wymiarach i wadze.





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

[www.il-pib.pl](http://www.il-pib.pl)

