

Raport nr: SELMS/2/2021

z pomiarów

natężenia pola elektromagnetycznego (PEM)

wykonanych z wykorzystaniem selektywnej

stacji monitoringu stacjonarnego

zainstalowanej w lokalizacji:

Miejski Ogród Zoologiczny w Warszawie

grudzień, 2021 r.

METRYKA

Dane	Opis
Tytuł dokumentu	Raport z pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego (PEM) wykonanych z wykorzystaniem selektywnej stacji monitoringu stacjonarnego zainstalowanej w lokalizacji: Miejski Ogród Zoologiczny w Warszawie
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 – Raporty z pomiarów wykonywanych z wykorzystaniem stacjonarnego systemu monitoringu PEM
Nr raportu	SELMS/2/2021

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI	3
WYKAZ TABLIC.....	3
WYKAZ RYSUNKÓW.....	3
1. WPROWADZENIE.....	6
1.1 Podstawa opracowania	6
1.2 Zakres podzadania	6
1.3 Zakres opracowania.....	6
2. CEL BADAŃ.....	6
3. PODSUMOWANIE, WNIOSKI	6
4. PRZYGOTOWANIE DO POMIARÓW	8
4.1 Uzgodnienia	8
4.2 Podstawa realizacji pomiarów.....	8
5. APARATURA POMIAROWA	8
5.1 Aparatura wykorzystane do pomiarów	8
5.2 Architektura SELMS PEM	9
5.3 Konfiguracja stacji monitorującej.....	9
6. REALIZACJA BADAŃ	10
6.1 Przebieg cyklu badań	10
6.2 Wykonawcy badań	10
6.3 Okres pomiarów	10
7. OPIS LOKALIZACJI	10
7.1 Miejsce i warunki pomiarów	10
7.2 Otoczenie lokalizacji	12
8. WYNIKI POMIARÓW.....	13

WYKAZ TABLIC

Tabl. 1 Wykaz aparatury pomiarowej	8
Tabl. 2 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) – ZOO	13
Tabl. 3 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) w podziale na zakresy pomiarowe – ZOO	24
Tabl. 4. Procentowe wykorzystanie wartości dopuszczalnej ME_{gr} w 20 zakresach częstotliwości – ZOO	25

WYKAZ RYSUNKÓW

Rys. 1 Schemat architektury pilotażowego systemu SELMS PEM.....	9
Rys. 2 Miejsce montażu SELMS PEM – teren ZOO	11
Rys. 3 Miejsce montażu SELMS PEM – teren ZOO	11
Rys. 4 Otoczenie lokalizacji – ZOO.....	12
Rys. 5 Wyniki pomiarów dla 20 podzakresów częstotliwości – ZOO	13
Rys. 6 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 0,1 MHz – 6000,0 MHz.....	14
Rys. 7 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 87,5 MHz – 108,0 MHz.....	14
Rys. 8 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 108,0 MHz – 174,0 MHz.....	15
Rys. 9 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 174,0 MHz – 230,0 MHz.....	15

Rys. 10 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 230,0 MHz – 470,0 MHz.....	16
Rys. 11 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 470,0 MHz – 790,0 MHz.....	16
Rys. 12 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 791,0 MHz – 821,0 MHz.....	17
Rys. 13 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 832,0 MHz – 862,0 MHz.....	17
Rys. 14 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 880,0 MHz – 915,0 MHz.....	18
Rys. 15 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 925,0 MHz – 960,0 MHz.....	18
Rys. 16 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 1710,0 MHz – 1785,0 MHz.....	19
Rys. 17 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 1805,0 MHz – 1880,0 MHz.....	19
Rys. 18 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 1900,0 MHz – 1980,0 MHz.....	20
Rys. 19 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 2100,0 MHz – 2170,0 MHz.....	20
Rys. 20 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 2400,0 MHz – 2483,5 MHz.....	21
Rys. 21 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 2500,0 MHz – 2570,0 MHz.....	21
Rys. 22 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 2570,0 MHz – 2620,0 MHz.....	22
Rys. 23 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 2620,0 MHz – 2690,0 MHz.....	22
Rys. 24 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 3400,0 MHz – 3800,0 MHz.....	23
Rys. 25 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 5150,0 MHz – 5725,0 MHz.....	23
Rys. 26 Procentowe wykorzystanie dopuszczalnego natężenia w zakresie częstotliwości: 0,1 MHz – 6000,0 MHz – ZOO	27

WYKAZ SKRÓTÓW

Skrót	Rozwinięcie
IŁ-PIB	Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy
PEM	Pole elektromagnetyczne
SELMS PEM	Selektywny Monitoring Stacjonarny PEM

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 prowadzonych 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

Niniejsze opracowanie przedstawia wyniki oraz wnioski z wykonanego cyklu pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego z wykorzystaniem systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM (zakres częstotliwości od 100 kHz do 6 GHz), zainstalowanego w lokalizacji wskazanej i uzgodnionej z przedstawicielami urzędu (patrz p. 7). Opracowanie stanowi jeden z załączników do produktu podzadania 1 pn. *Raporty z pomiarów wykonywanych z wykorzystaniem stacjonarnego systemu monitoringu.*

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

W ramach badań prowadzonych w lokalizacji uzgodnionej z przedstawicielami urzędu (patrz p. 7), wykonano ciągłe pomiary natężenia pola elektromagnetycznego z wykorzystaniem systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM w dniach 23.11.2021 – 29.11.2021 r.

Zarejestrowane wyniki wartości średniej natężenia pola elektromagnetycznego wynosiły od **0,01 V/m** do **1,43 V/m**.

Nie stwierdzono przekroczeń dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku.

Analiza uzyskanych wyników wskazuje na dobową zmienność PEM i jej periodyczność. Wyniki pomiarów uzyskane z wykorzystaniem systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego dają możliwość, w przeciwieństwie do wyników klasycznych chwilowych 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 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.

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.

Badania przeprowadzone 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.

W wyniku przeprowadzonych pomiarów i poprzedzających działań przygotowawczych potwierdziły się uwarunkowania i pewne ograniczenie w wyborze reprezentatywnej lokalizacji, tj.:

- oddającej faktyczne warunki, w których mogą najczęściej przebywać ludzie (np. sąsiedztwo instytucji publicznych, obszary z dużymi skupiskami ludności lub miejsca publiczne, znajdujące się w pobliżu wielu źródeł pola elektromagnetycznego);
- leżącej w pobliżu miejsc o szczególnym znaczeniu (np. placówki edukacyjne, żłobki, szpitale, urzędy);

przy jednoczesnym spełnieniu wymagania zapewnienia bezpieczeństwa stacji monitorującej, tak aby nie została ona uszkodzona, zniszczona lub skradziona (np. na dachu budynku lub w pomieszczeniu).

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 (dostępność i łatwość transportu).

4. PRZYGOTOWANIE DO POMIARÓW

4.1 Uzgodnienia

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

- przygotowanie odpowiedniej konfiguracji sprzętowej;
- uzgodnienia z przedstawicielami miasta wytypowanej do badań lokalizacji;
- podpisanie umowy określającej warunki i zasady współpracy w obszarze prowadzonych badań.

4.2 Podstawa realizacji pomiarów

Pomiary w lokalizacji uzgodnionej z przedstawicielami urzędu realizowane były na podstawie Umowy Współpracy z dnia 16.11.2021 r., zawartej pomiędzy Instytutem Łączności – Państwowym Instytutem Badawczym a Miastem Stołecznym Warszawa, reprezentowanym przez Dyrektora Miejskiego Ogrodu Zoologicznego w Warszawie.

5. APARATURA POMIAROWA

5.1 Aparatura wykorzystane do pomiarów

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.

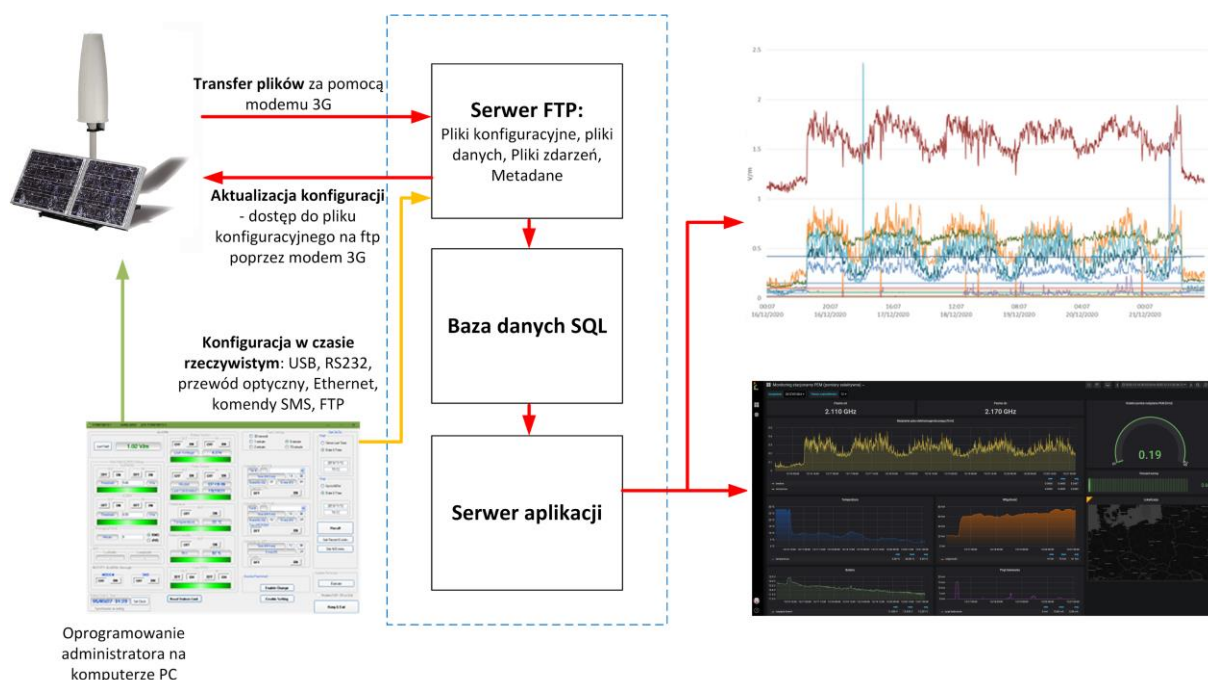
Wykazy aparatury pomiarowej stosowanej w badaniach, prowadzonym przez zespół IŁ-PIB w Warszawie, zawarto w Tabl. 1.

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	

5.2 Architektura SELMS PEM

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



Rys. 1 Schemat architektury pilotażowego systemu SELMS PEM

5.3 Konfiguracja stacji monitorującej

Stacja monitorująca została zaprogramowana do monitorowania wszystkich 20 podzakresów częstotliwości.

Stacja wykonywała pomiary nie częściej niż 5 razy na sekundę (dokładny czas próbkowania zależy 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*). Ponadto konieczne było ustawienie czasu (*Averaging Period*) oraz rodzaju (*RMS* lub *AVG*) uśredniania wyników, gdzie *RMS* oznacza średnią kwadratową, natomiast *AVG* – średnią arytmetyczną.

Zgodnie z zapisami zalecenia 1999/519/EC oraz zgodnie z wymaganiami wynikającymi z Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku, czas uśredniania pomiarów powinien wynosić 6 minut. Zatem, aby stacja przekazywała uśrednione wyniki co 6 minut obydwa parametry (*Rate* i *Averaging Period*) były ustawione na 6 minut.

6. REALIZACJA BADAŃ

6.1 Przebieg cyklu badań

Realizacja cyklu badań z wykorzystaniem systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM obejmowała:

- instalację i uruchomienie stacji monitorującej;
- instruktaż w zakresie działania 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.

6.2 Wykonawcy badań

Zespół IŁ-PIB w Warszawie:

- Jakub Kwiecień – instalacja, instruktaż, deinstalacja stacji monitorującej;
- Piotr Karpeta – instalacja, deinstalacja stacji monitorującej;
- Mikołaj Waszkiewicz – zebranie i analiza danych, opracowanie raportu;
- Rafał Pawlak – analiza danych, zatwierdzenie raportu.

6.3 Okres pomiarów

Data instalacji stacji monitoringu: 23.11.2021 r.

Data deinstalacji stacji monitoringu: 29.11.2021 r.

7. OPIS LOKALIZACJI

7.1 Miejsce i warunki pomiarów

Uzgodniona lokalizacja instalacji systemu selektywnego monitoringu stacjonarnego PEM: Miejski Ogród Zoologiczny w Warszawie, ul. Ratuszowa 1/3, 03-461 Warszawa, zwana dalej: *ZOO*.

Miejsce instalacji stacji monitorującej: zaplecze socjalne na terenie parku zoologicznego w Warszawie, montaż na poziomie gruntu, najbliższe anteny SBTK odległe są o 350 metrów.

Na Rys. 2 i Rys. 3 przedstawiono miejsce instalacji stacji monitorującej w lokalizacji *ZOO*.



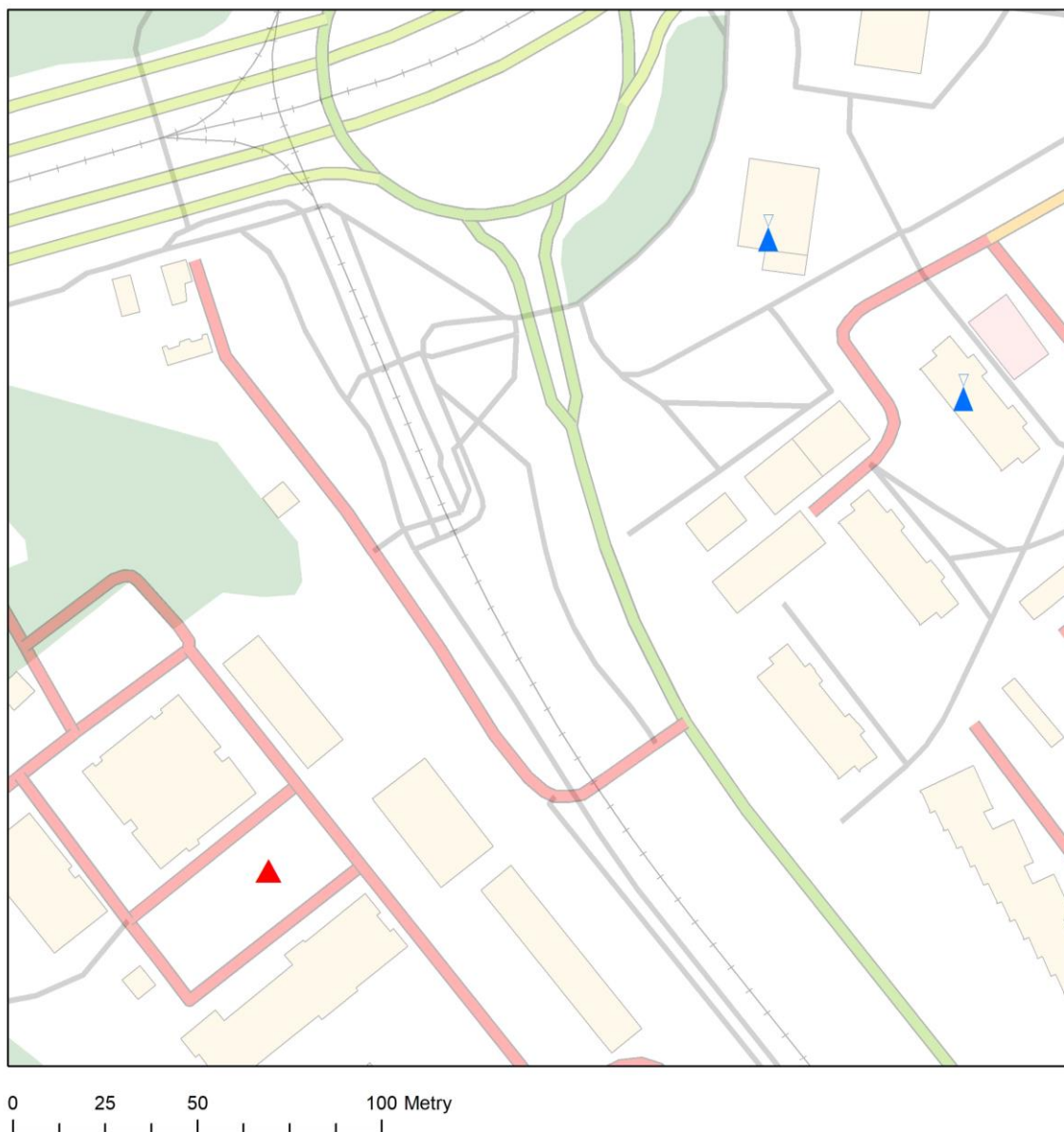
Rys. 2 Miejsce montażu SELMS PEM – teren ZOO



Rys. 3 Miejsce montażu SELMS PEM – teren ZOO



7.2 Otoczenie lokalizacji

W bliskim otoczeniu lokalizacji, w której zainstalowana została stacja monitorująca, w odległości ok. 350 metrów znajdowały się najbliższe anteny SBTK.



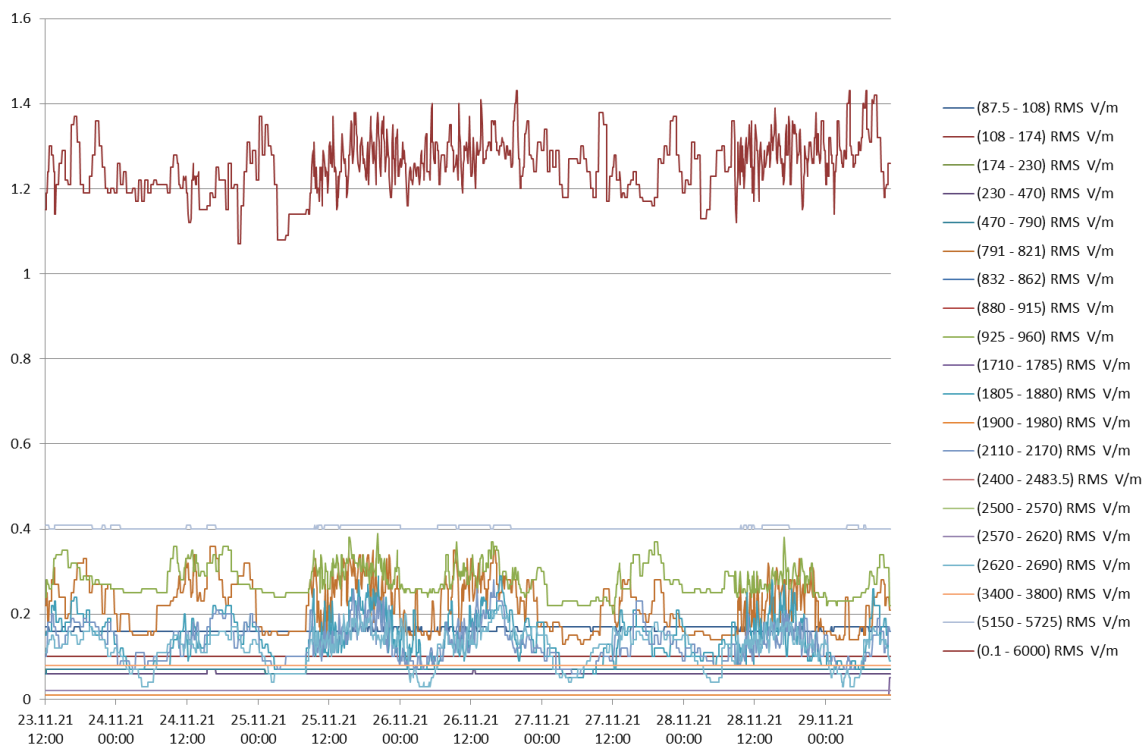
Rys. 4 Otoczenie lokalizacji – ZOO

Opis:

	miejsce instalacji stacji monitorującej – teren ZOO
	lokalizacje stacji bazowych telefonii komórkowej

8. WYNIKI POMIARÓW

Wykres zbiorczy, z wynikami pomiarów dla wszystkich 20 podzakresów częstotliwości, przeprowadzonych w lokalizacji ZOO przedstawiono na Rys. 5.



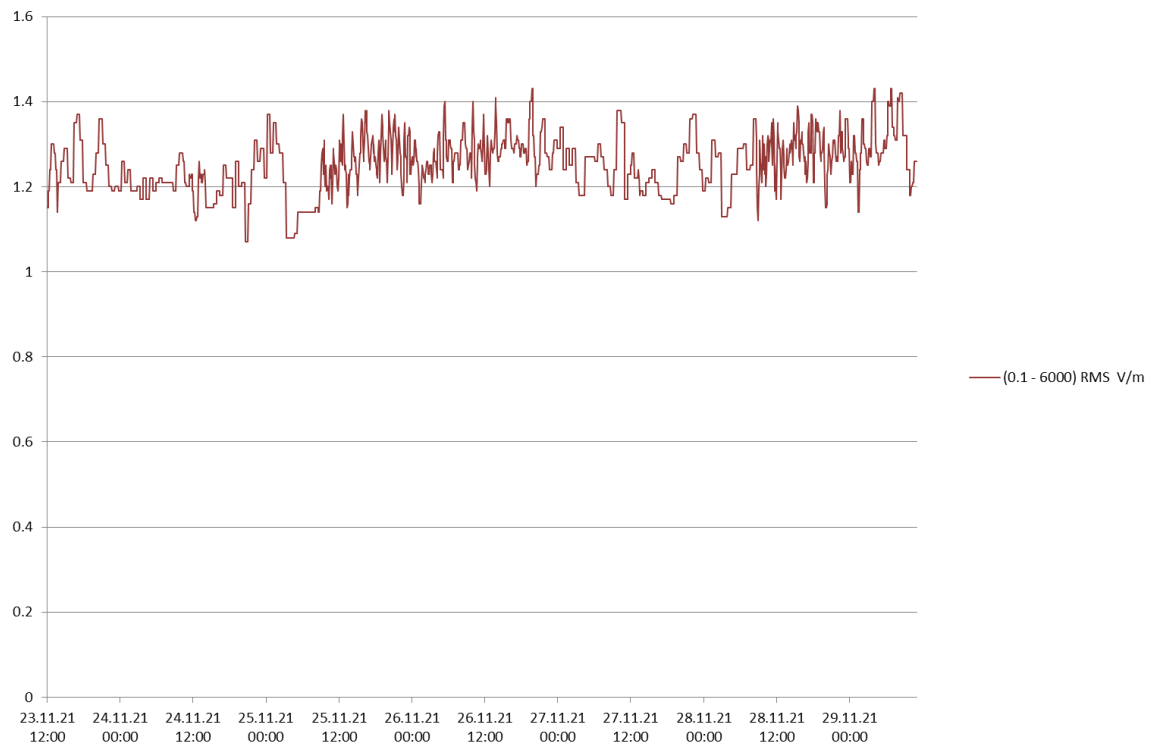
Rys. 5 Wyniki pomiarów dla 20 podzakresów częstotliwości – ZOO

Wyniki pomiarów: RMS (wartość średnia) i PEAK (wartość szczytowa), uzyskane w kolejnych dniach w lokalizacji ZOO, dla wszystkich 20 podzakresów częstotliwości, przedstawiono w Tabl. 2.

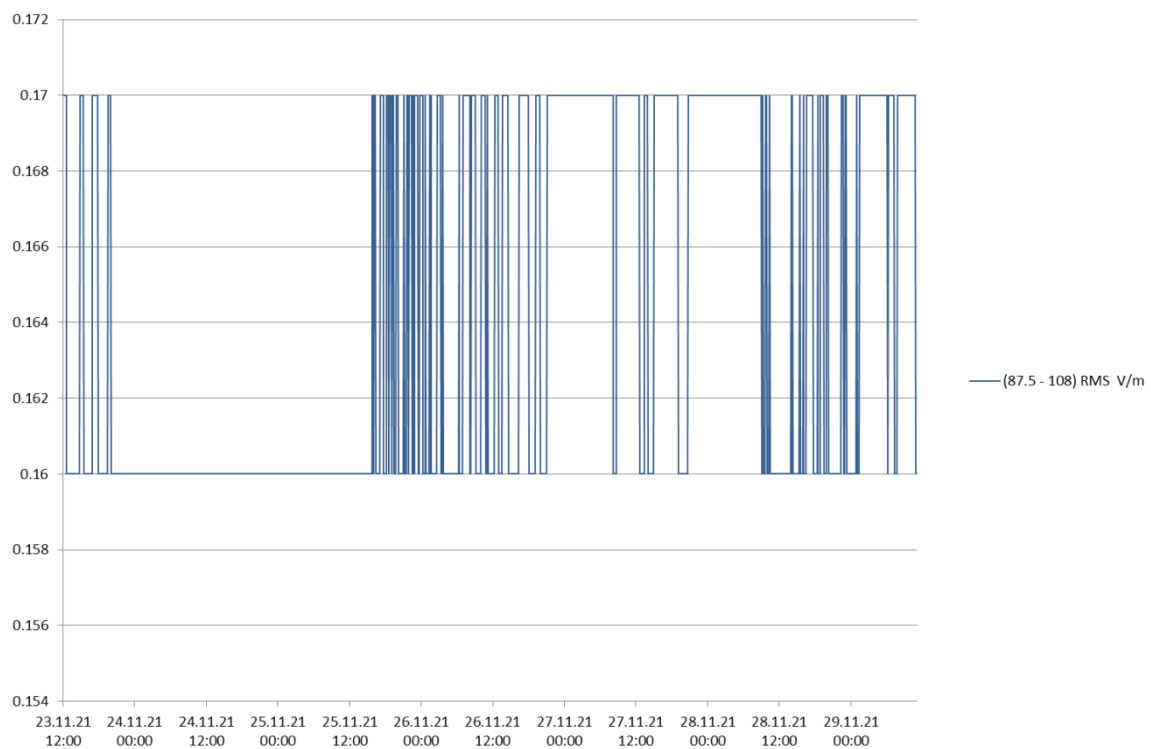
Tabl. 2 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) – ZOO

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	1,43	1,57
2021-11-27	0,01	1,38	1,63
2021-11-28	0,01	1,39	1,54
2021-11-29	0,01	1,43	1,62
Wyniki skrajne			
	0,01	1,43	1,63

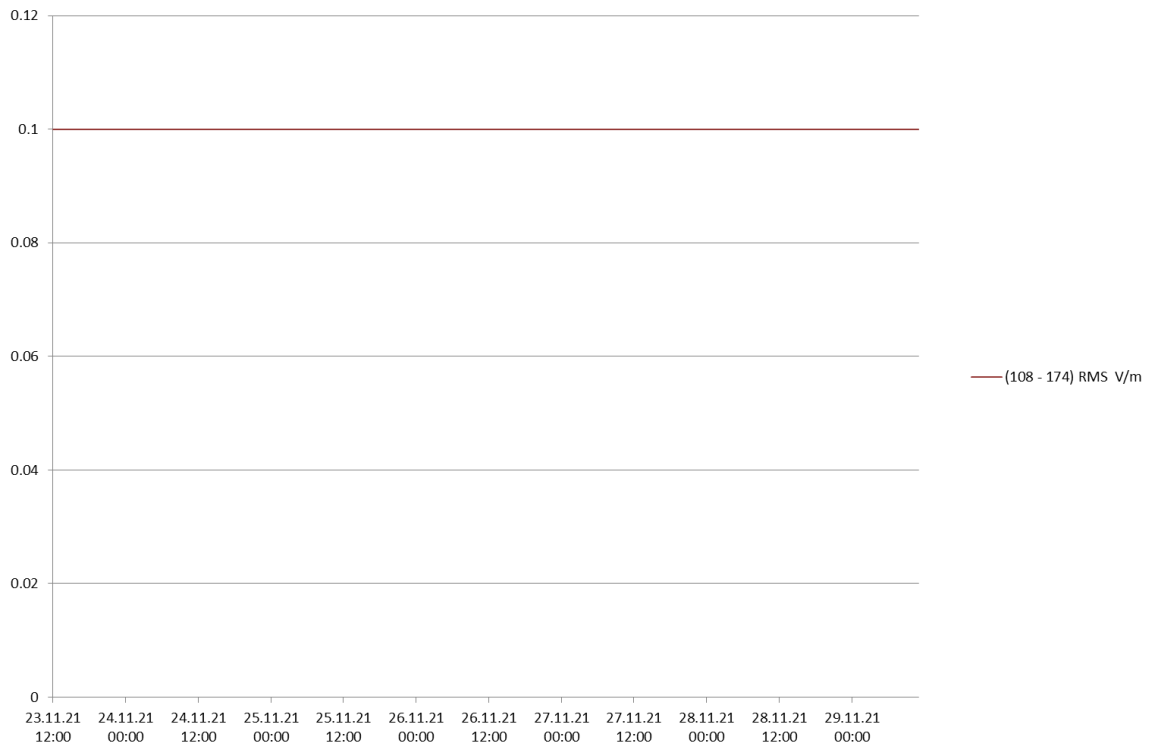
Wykresy z wynikami pomiarów dla poszczególnych 20 podzakresów częstotliwości, używane w lokalizacji ZOO przedstawiono na Rys. 6 ÷ Rys. 25.



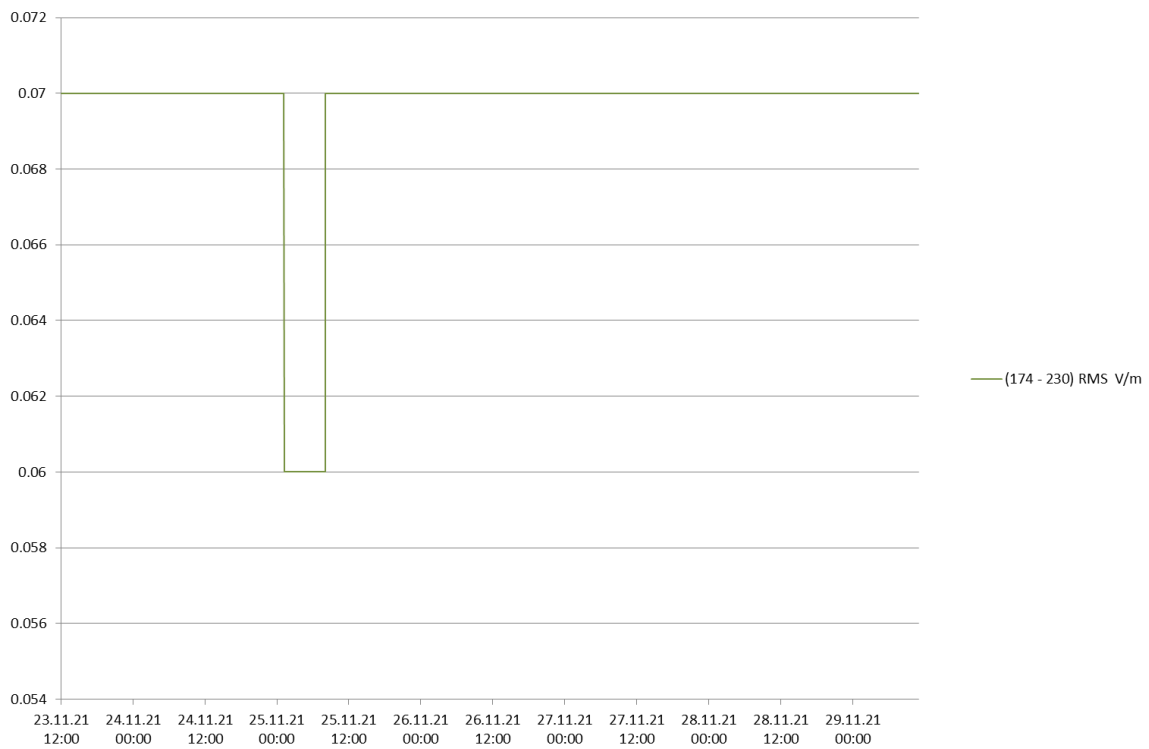
Rys. 6 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 0,1 MHz – 6000,0 MHz



Rys. 7 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 87,5 MHz – 108,0 MHz



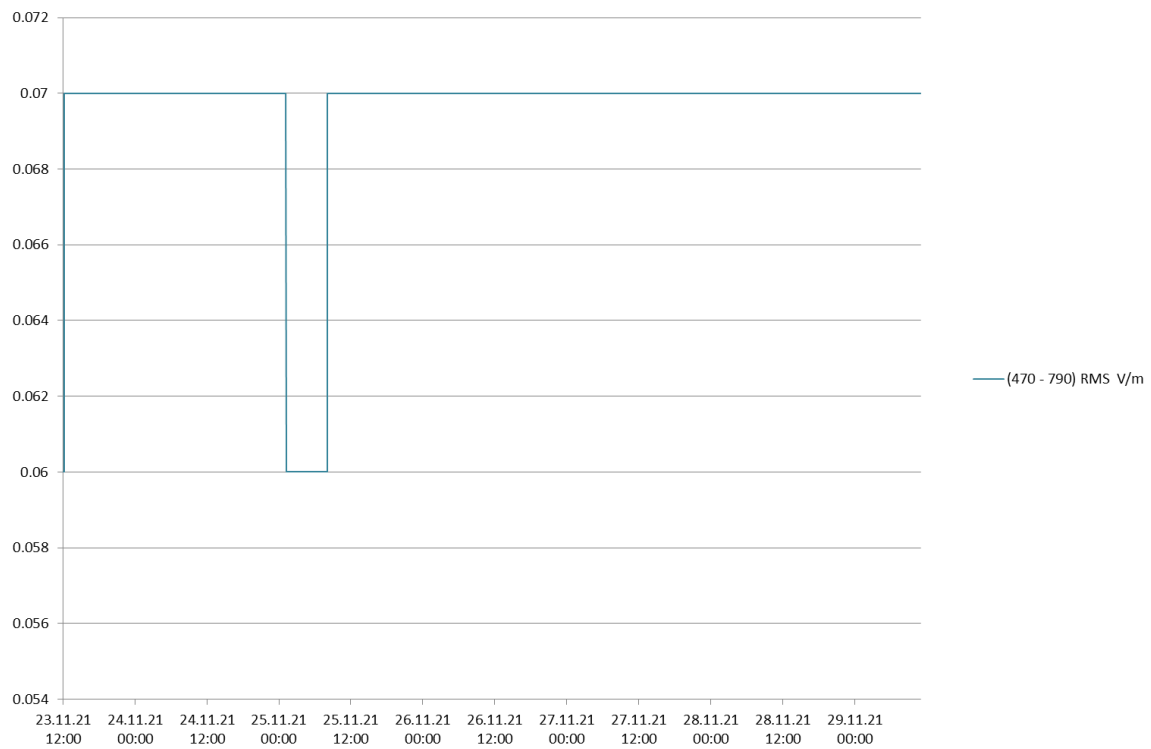
Rys. 8 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 108,0 MHz – 174,0 MHz



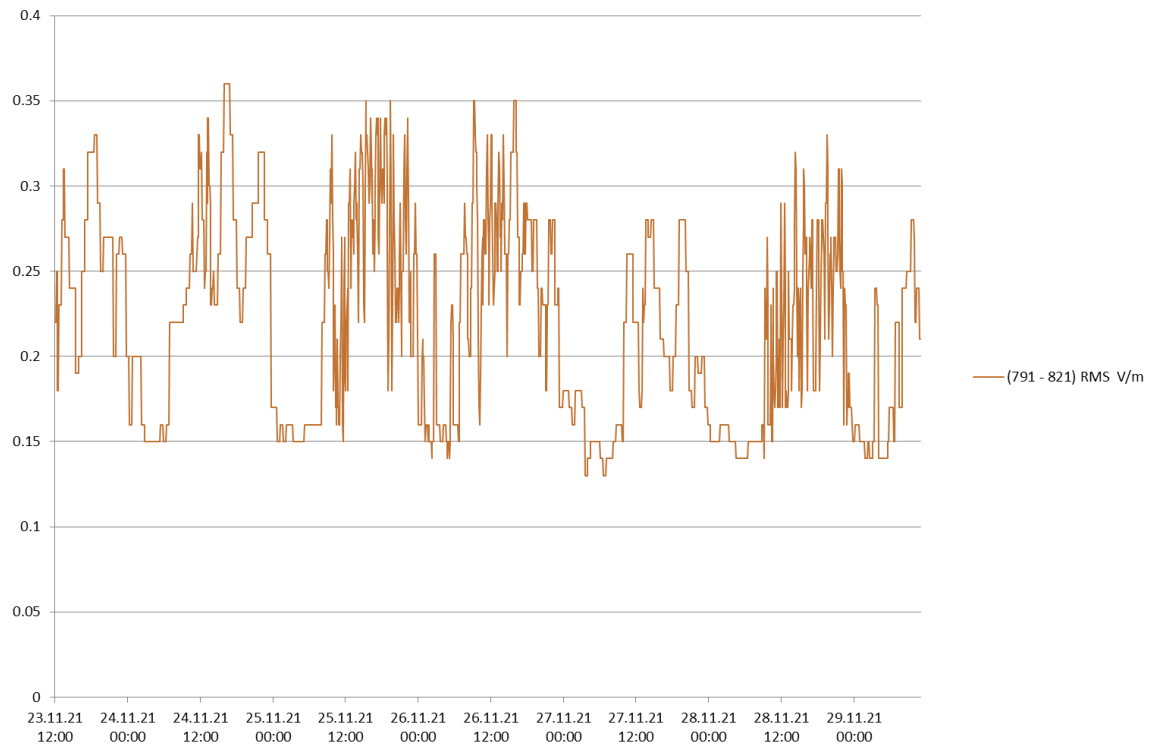
Rys. 9 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 174,0 MHz – 230,0 MHz



Rys. 10 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 230,0 MHz – 470,0 MHz



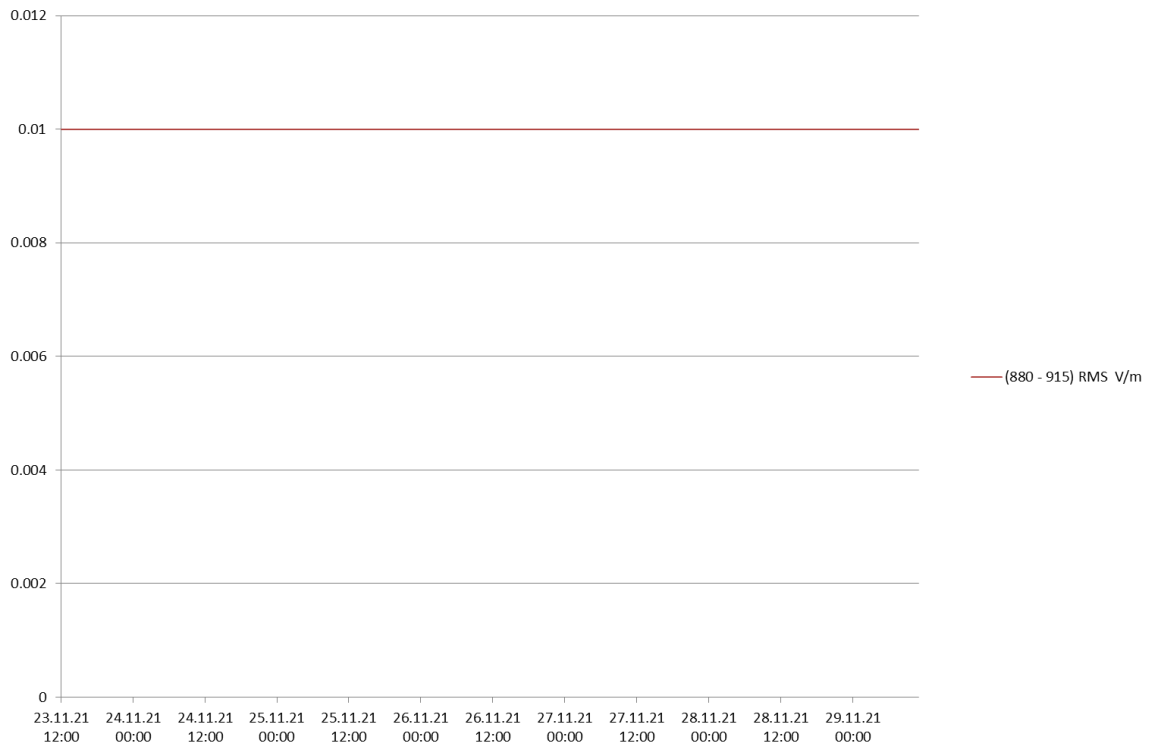
Rys. 11 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 470,0 MHz – 790,0 MHz



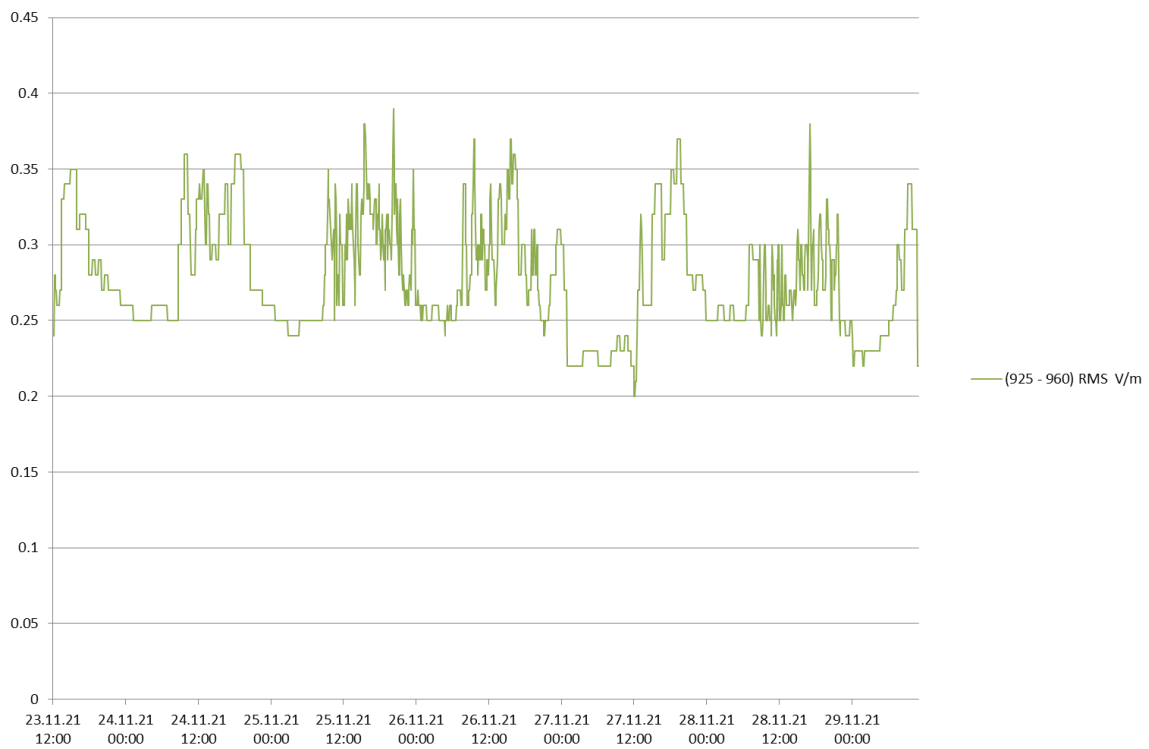
Rys. 12 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 791,0 MHz – 821,0 MHz



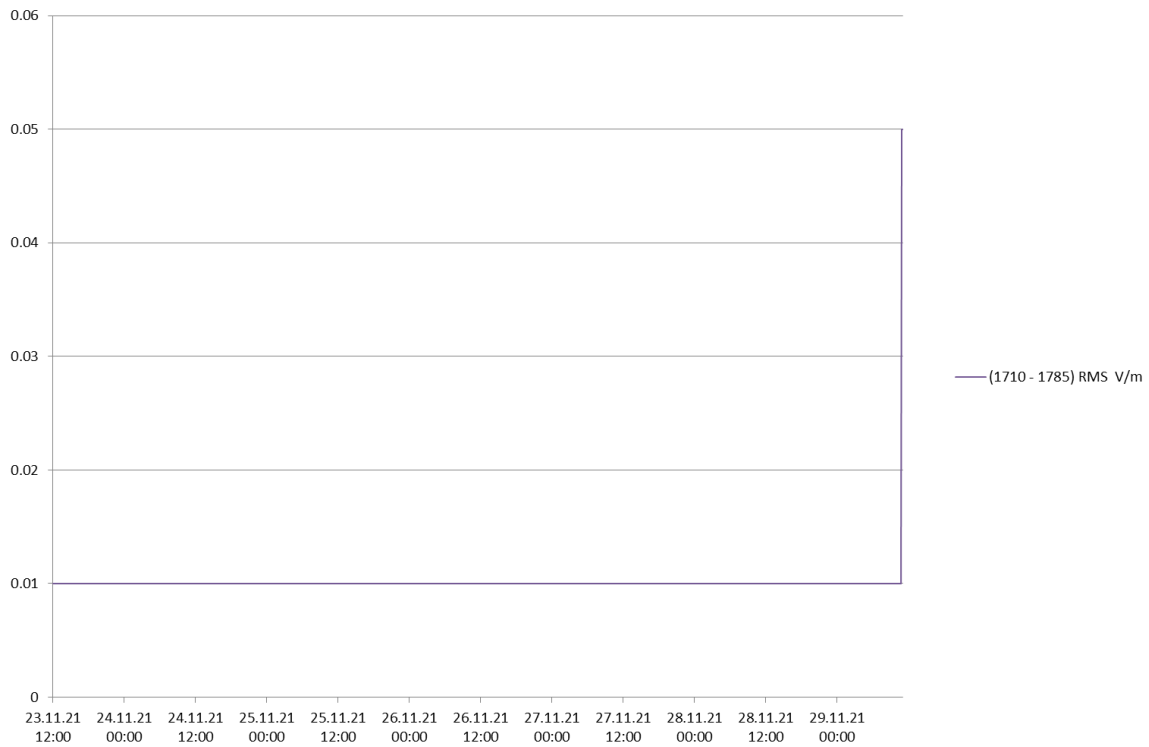
Rys. 13 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 832,0 MHz – 862,0 MHz



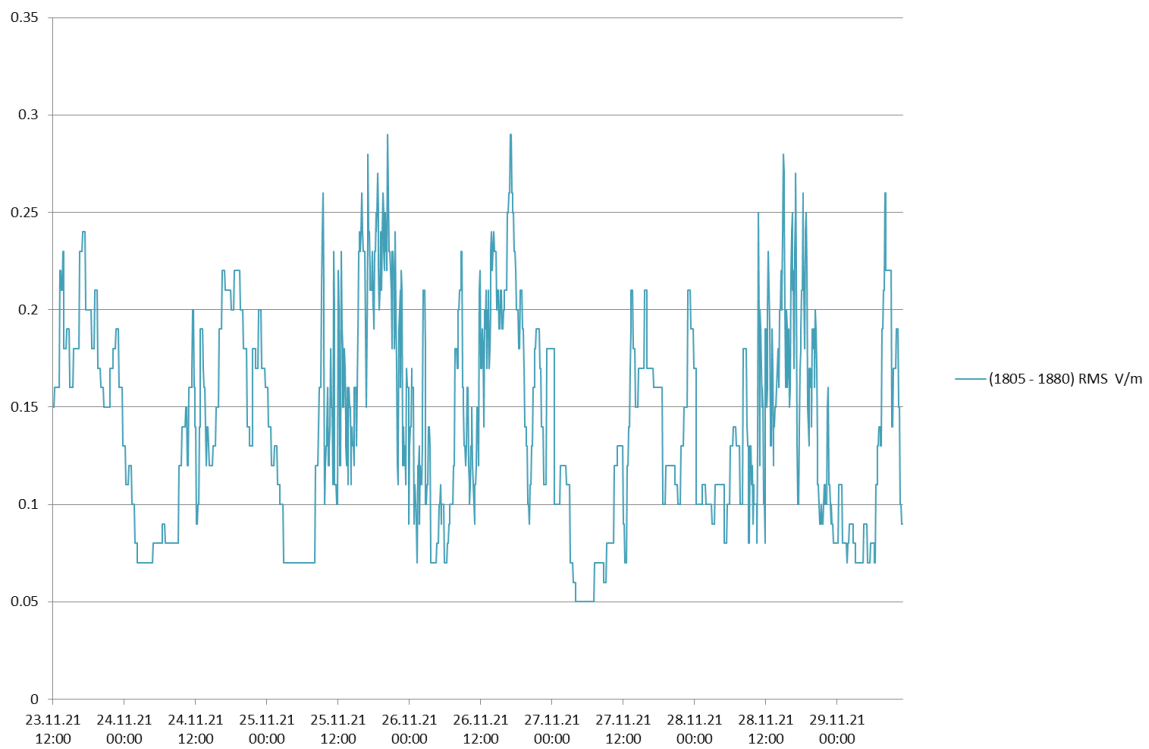
Rys. 14 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 880,0 MHz – 915,0 MHz



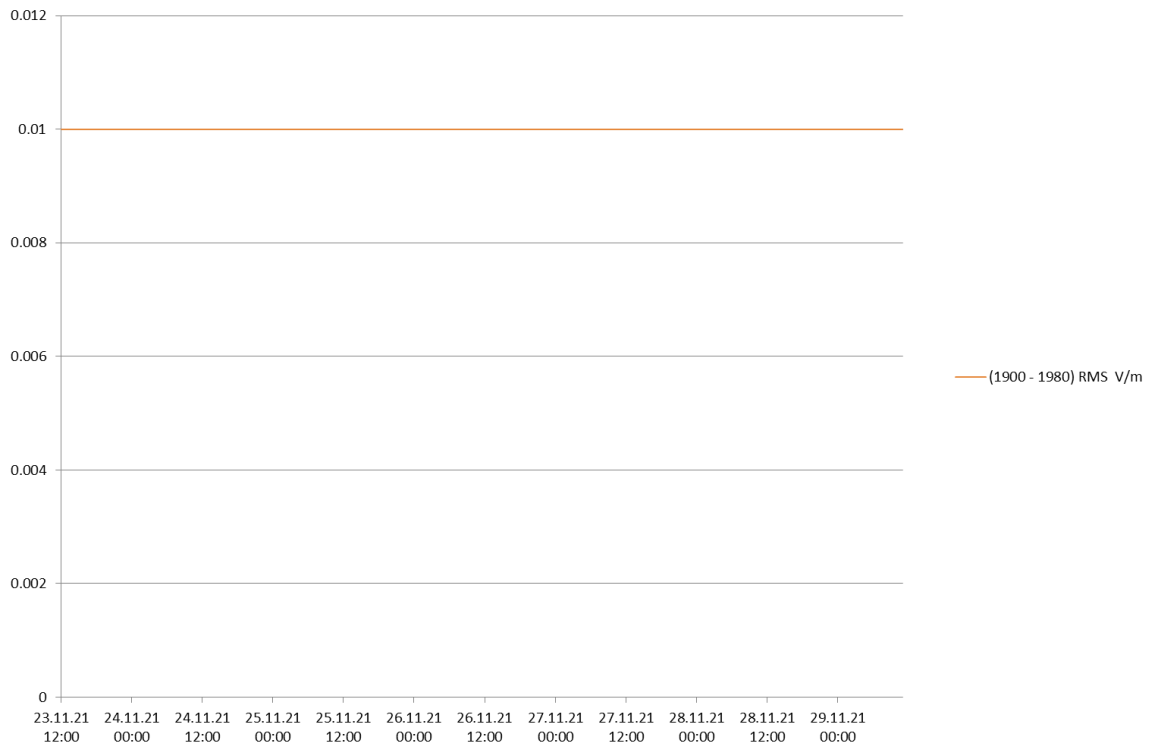
Rys. 15 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 925,0 MHz – 960,0 MHz



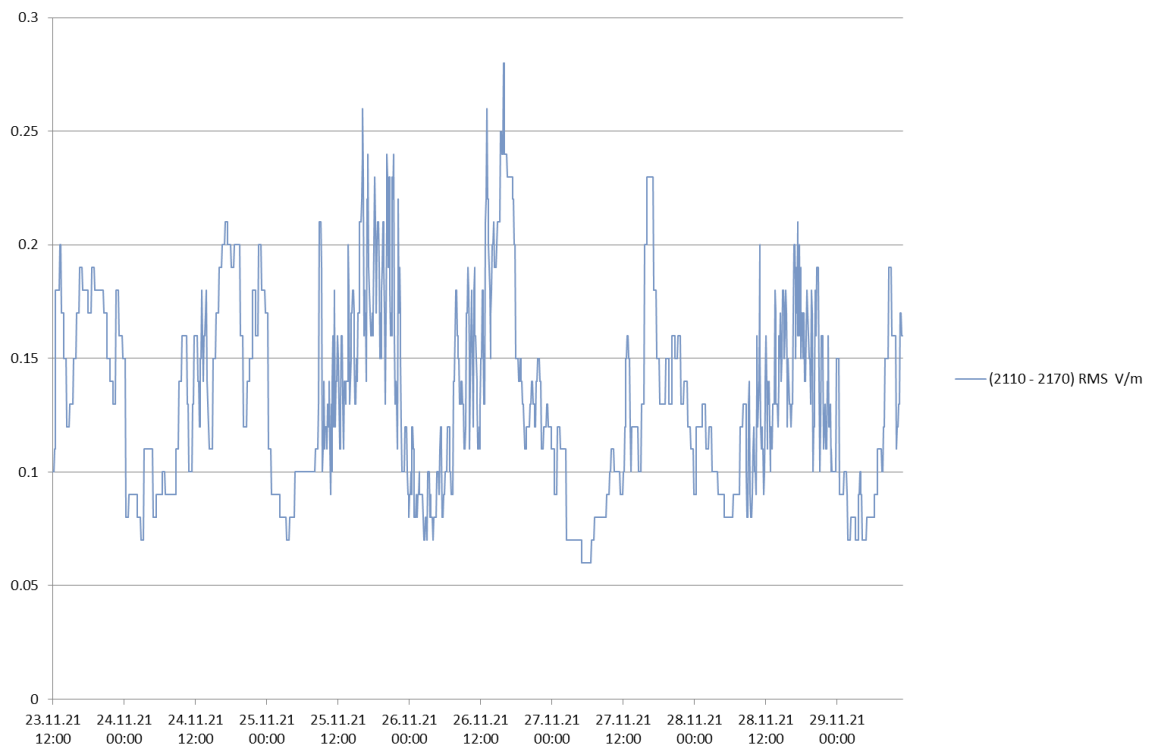
Rys. 16 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 1710,0 MHz – 1785,0 MHz



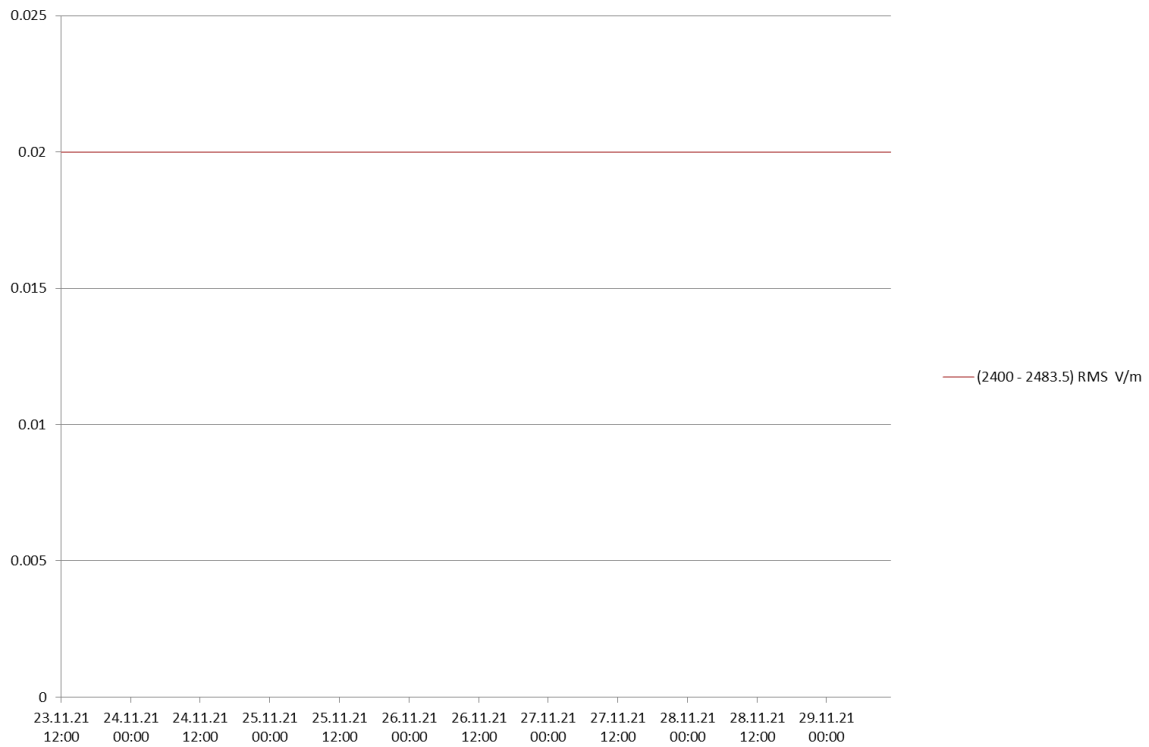
Rys. 17 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 1805,0 MHz – 1880,0 MHz



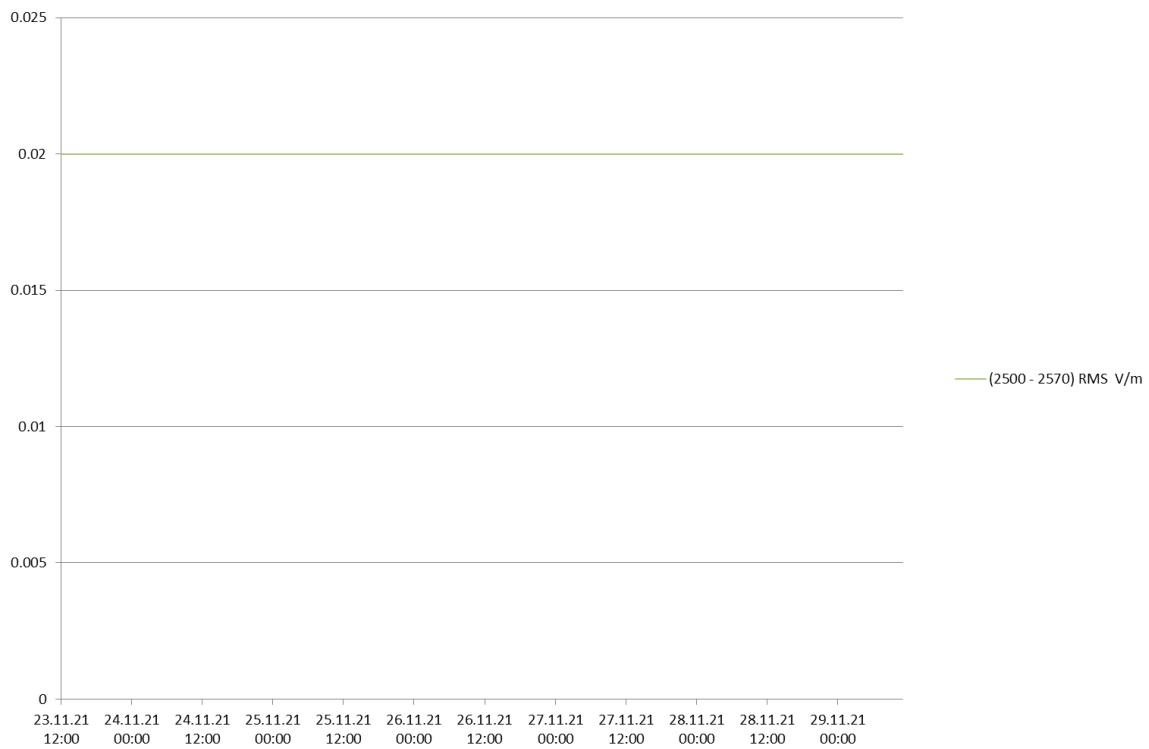
Rys. 18 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 1900,0 MHz – 1980,0 MHz



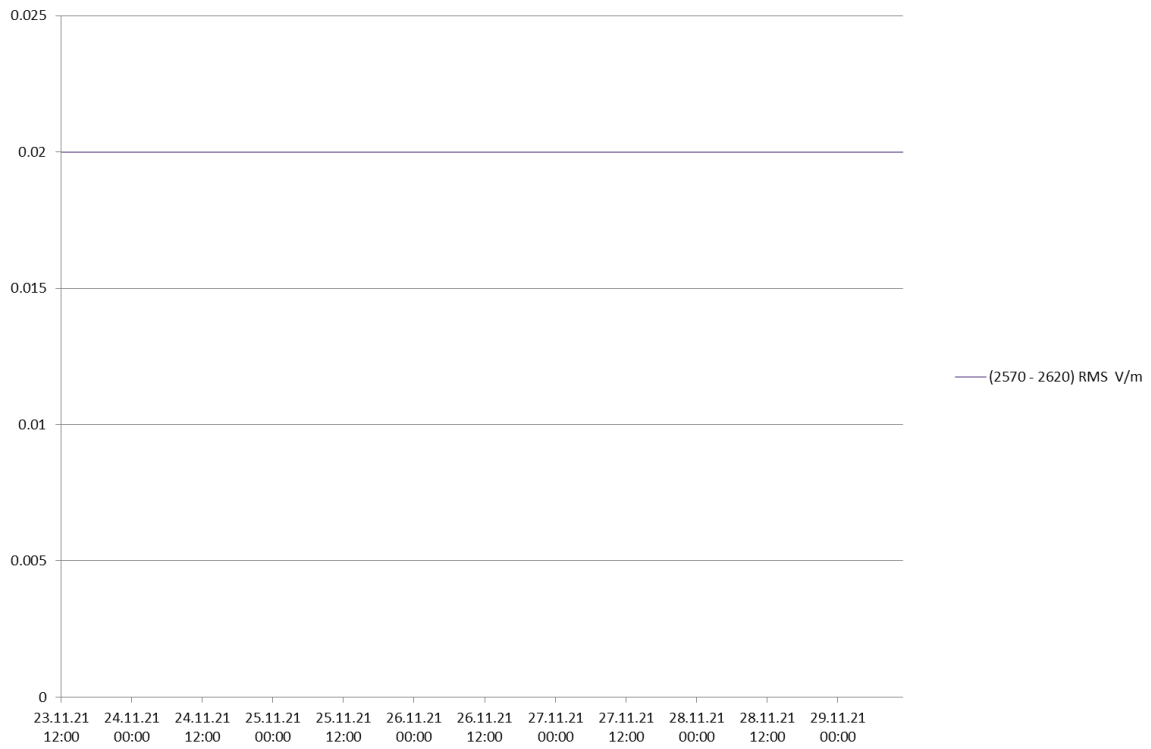
Rys. 19 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 2100,0 MHz – 2170,0 MHz



Rys. 20 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 2400,0 MHz – 2483,5 MHz



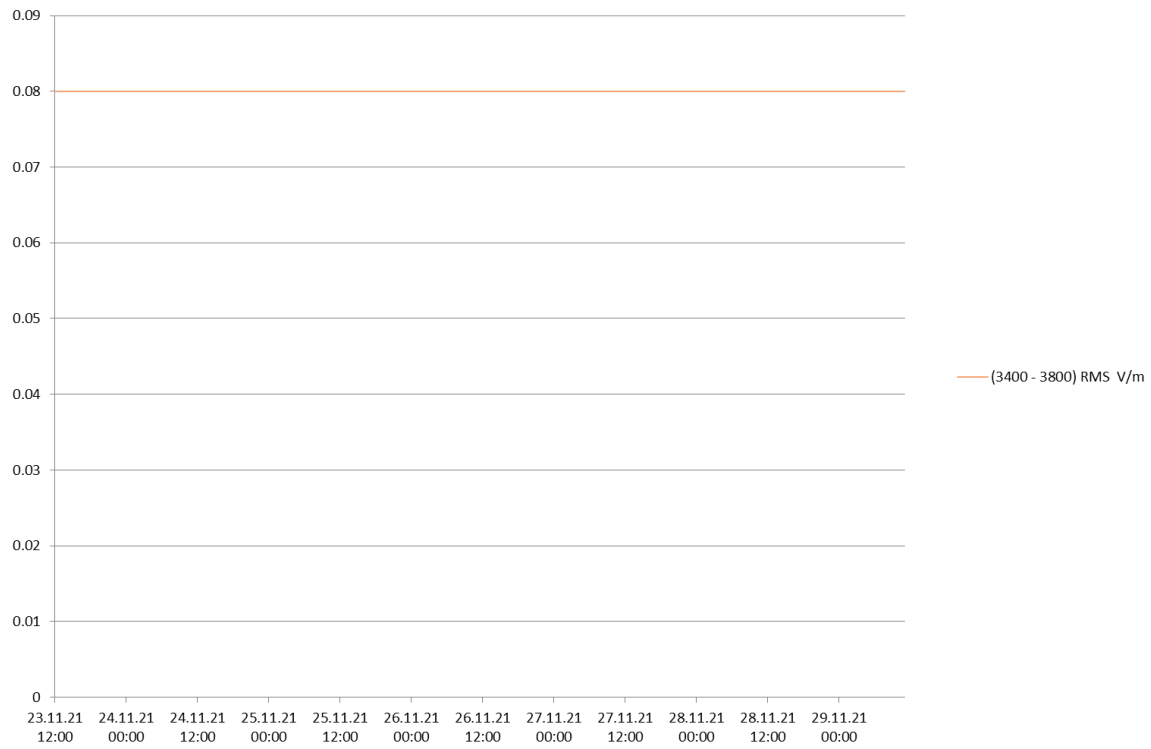
Rys. 21 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 2500,0 MHz – 2570,0 MHz



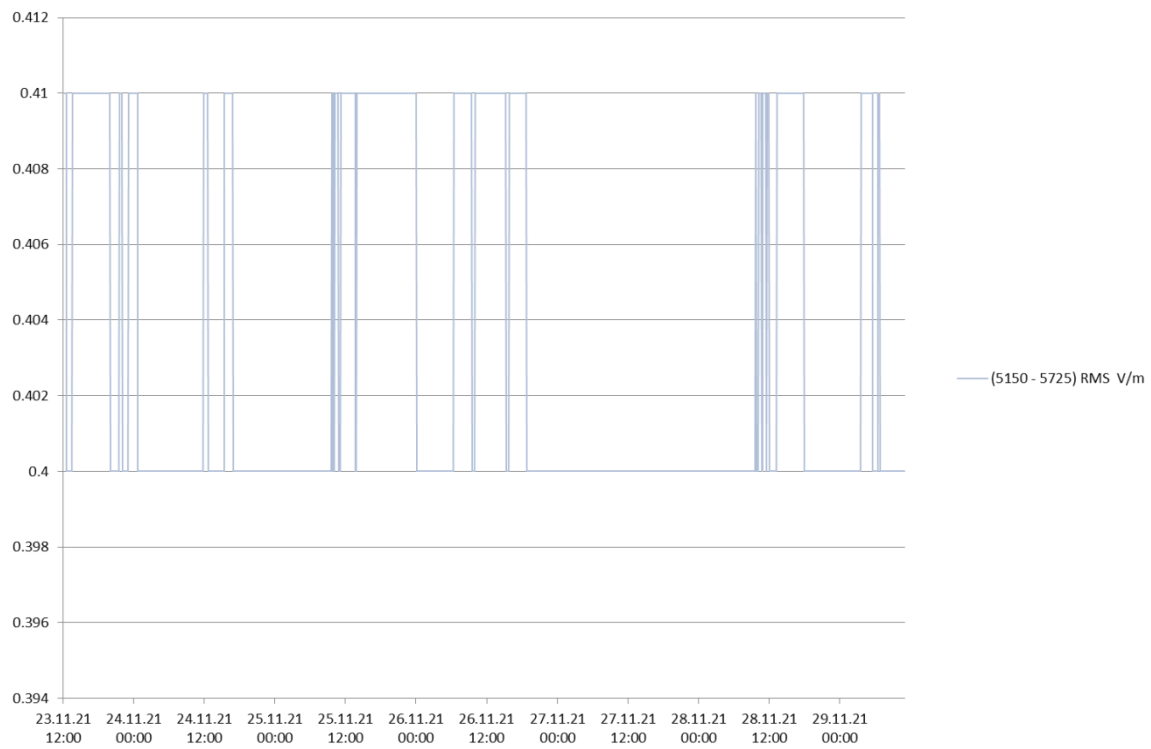
Rys. 22 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 2570,0 MHz – 2620,0 MHz



Rys. 23 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 2620,0 MHz – 2690,0 MHz



Rys. 24 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 3400,0 MHz – 3800,0 MHz



Rys. 25 Wyniki pomiarów w zakresie częstotliwości: 5150,0 MHz – 5725,0 MHz

Wyniki pomiarów dla poszczególnych 20 podzakresów częstotliwości, uzyskane w lokalizacji ZOO, przedstawiono w Tabl. 3.

Tabl. 3 Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) w podziale na zakresy pomiarowe – ZOO

Zakres pomiarowy	Wartości PEM [V/m]	Data wykonania pomiarów						
		23.11	24.11	25.11	26.11	27.11	28.11	29.11
87,5 MHz – 108,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
	Najwyższy wynik RMS	0,17	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
	Najwyższy wynik PEAK	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
108,0 MHz – 174,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Najwyższy wynik RMS	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Najwyższy wynik PEAK	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10
174,0 MHz – 230,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
	Najwyższy wynik RMS	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
	Najwyższy wynik PEAK	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07
230,0 MHz – 470,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	Najwyższy wynik RMS	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06
	Najwyższy wynik PEAK	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
470,0 MHz – 790,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
	Najwyższy wynik RMS	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
	Najwyższy wynik PEAK	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
791,0 MHz – 821,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,18	0,15	0,15	0,14	0,13	0,14	0,14
	Najwyższy wynik RMS	0,33	0,36	0,35	0,35	0,28	0,33	0,28
	Najwyższy wynik PEAK	0,36	0,38	0,41	0,39	0,35	0,37	0,36
832,0 MHz – 862,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Najwyższy wynik RMS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Najwyższy wynik PEAK	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
880,0 MHz – 915,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Najwyższy wynik RMS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Najwyższy wynik PEAK	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
925,0 MHz – 960,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,24	0,25	0,24	0,24	0,20	0,24	0,22
	Najwyższy wynik RMS	0,35	0,36	0,39	0,37	0,37	0,38	0,34
	Najwyższy wynik PEAK	0,42	0,40	0,40	0,40	0,41	0,39	0,39
1710,0 MHz – 1785,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Najwyższy wynik RMS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05
	Najwyższy wynik PEAK	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09
1805,0 MHz – 1880,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,13	0,07	0,07	0,07	0,05	0,08	0,07
	Najwyższy wynik RMS	0,24	0,22	0,29	0,29	0,21	0,28	0,26
	Najwyższy wynik PEAK	0,28	0,26	0,34	0,32	0,27	0,32	0,31
1900,0 MHz – 1980,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Najwyższy wynik RMS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Najwyższy wynik PEAK	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2100,0 MHz – 2170,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,10	0,07	0,07	0,07	0,06	0,08	0,07
	Najwyższy wynik RMS	0,20	0,21	0,26	0,28	0,23	0,21	0,19
	Najwyższy wynik PEAK	0,27	0,25	0,33	0,33	0,27	0,27	0,22
2400,0 MHz – 2483,5 MHz	Najniższy wynik RMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Najwyższy wynik RMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Najwyższy wynik PEAK	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03

Zakres pomiarowy	Wartości PEM [V/m]	Data wykonania pomiarów						
		23.11	24.11	25.11	26.11	27.11	28.11	29.11
2500,0 MHz – 2570,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Najwyższy wynik RMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Najwyższy wynik PEAK	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2570,0 MHz – 2620,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Najwyższy wynik RMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Najwyższy wynik PEAK	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2620,0 MHz – 2690,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,10	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03
	Najwyższy wynik RMS	0,17	0,17	0,21	0,22	0,18	0,19	0,17
	Najwyższy wynik PEAK	0,19	0,21	0,23	0,24	0,22	0,22	0,19
3400,0 MHz – 3800,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	Najwyższy wynik RMS	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	Najwyższy wynik PEAK	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
5150,0 MHz – 5725,0 MHz	Najniższy wynik RMS	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
	Najwyższy wynik RMS	0,41	0,41	0,41	0,41	0,40	0,41	0,41
	Najwyższy wynik PEAK	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
0,1 MHz – 6000,0 MHz	Najniższy wynik RMS	1,14	1,07	1,08	1,16	1,16	1,12	1,14
	Najwyższy wynik RMS	1,37	1,31	1,38	1,43	1,38	1,39	1,43
	Najwyższy wynik PEAK	1,53	1,46	1,55	1,57	1,63	1,54	1,62

Procentowe wykorzystania wartości dopuszczalnej ME_{gr} w 20 zakresach częstotliwości, w lokalizacji ZOO, przedstawia Tabl. 4.

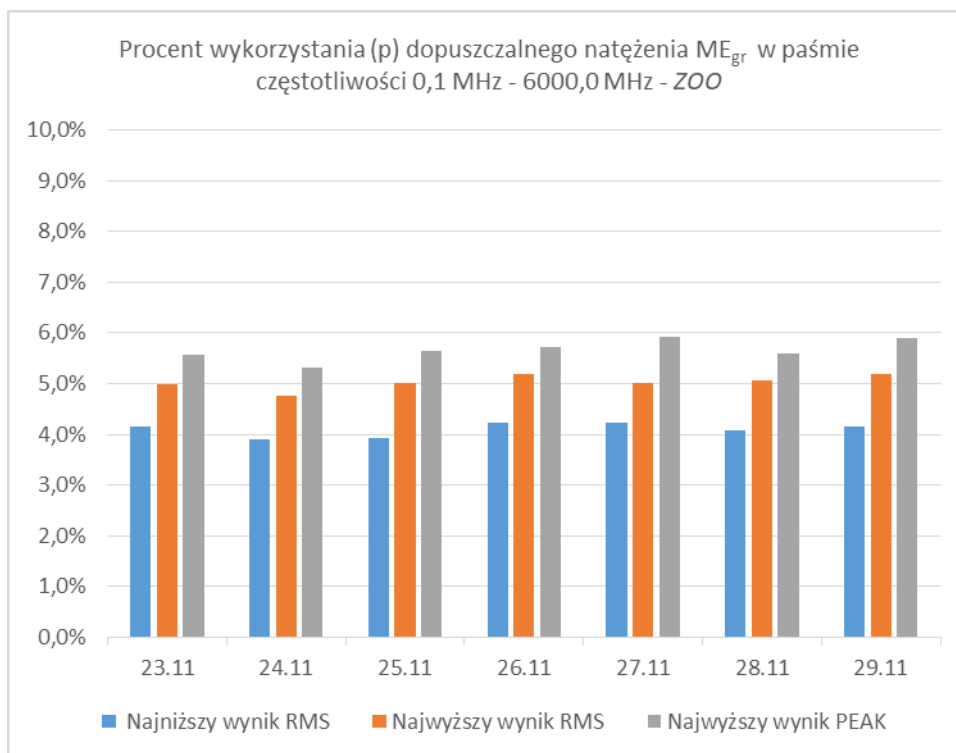
Tabl. 4. Procentowe wykorzystanie wartości dopuszczalnej ME_{gr} w 20 zakresach częstotliwości – ZOO

Zakres pomiarowy	ME_{gr} [V/m]	Wykorzystanie wartości dopuszczalnej [%]	Data wykonania pomiarów						
			23.11	24.11	25.11	26.11	27.11	28.11	29.11
87,5 MHz – 108,0 MHz	28,0	Najniższy wynik RMS	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
		Najwyższy wynik RMS	0,61	0,57	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
		Najwyższy wynik PEAK	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
108,0 MHz – 174,0 MHz	28,0	Najniższy wynik RMS	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
		Najwyższy wynik RMS	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
		Najwyższy wynik PEAK	0,36	0,36	0,39	0,36	0,36	0,36	0,36
174,0 MHz – 230,0 MHz	28,0	Najniższy wynik RMS	0,25	0,25	0,21	0,25	0,25	0,25	0,25
		Najwyższy wynik RMS	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
		Najwyższy wynik PEAK	0,25	0,25	0,29	0,25	0,25	0,29	0,25
230,0 MHz – 470,0 MHz	28,0	Najniższy wynik RMS	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
		Najwyższy wynik RMS	0,21	0,25	0,21	0,25	0,21	0,21	0,21
		Najwyższy wynik PEAK	0,25	0,29	0,25	0,25	0,21	0,21	0,21
470,0 MHz – 790,0 MHz	29,8	Najniższy wynik RMS	0,20	0,23	0,20	0,23	0,23	0,23	0,23
		Najwyższy wynik RMS	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
		Najwyższy wynik PEAK	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
791,0 MHz – 821,0 MHz	38,7	Najniższy wynik RMS	0,47	0,39	0,39	0,36	0,34	0,36	0,36
		Najwyższy wynik RMS	0,85	0,93	0,90	0,90	0,72	0,85	0,72
		Najwyższy wynik PEAK	0,93	0,98	1,06	1,01	0,90	0,96	0,93
832,0 MHz – 862,0 MHz	39,7	Najniższy wynik RMS	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		Najwyższy wynik RMS	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		Najwyższy wynik PEAK	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

Zakres pomiarowy	ME _{gr} [V/m]	Wykorzystanie wartości dopuszczalnej [%]	Data wykonania pomiarów						
			23.11	24.11	25.11	26.11	27.11	28.11	29.11
880,0 MHz – 915,0 MHz	40,8	Najniższy wynik RMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
		Najwyższy wynik RMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
		Najwyższy wynik PEAK	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
925,0 MHz – 960,0 MHz	41,8	Najniższy wynik RMS	0,57	0,60	0,57	0,57	0,48	0,57	0,53
		Najwyższy wynik RMS	0,84	0,86	0,93	0,89	0,89	0,91	0,81
		Najwyższy wynik PEAK	1,00	0,96	0,96	0,96	0,98	0,93	0,93
1710,0 MHz – 1785,0 MHz	56,9	Najniższy wynik RMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
		Najwyższy wynik RMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,09
		Najwyższy wynik PEAK	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,16
1805,0 MHz – 1880,0 MHz	58,4	Najniższy wynik RMS	0,22	0,12	0,12	0,12	0,09	0,14	0,12
		Najwyższy wynik RMS	0,41	0,38	0,50	0,50	0,36	0,48	0,45
		Najwyższy wynik PEAK	0,48	0,45	0,58	0,55	0,46	0,55	0,53
1900,0 MHz – 1980,0 MHz	59,9	Najniższy wynik RMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
		Najwyższy wynik RMS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
		Najwyższy wynik PEAK	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2100,0 MHz – 2170,0 MHz	61,0	Najniższy wynik RMS	0,16	0,11	0,11	0,11	0,10	0,13	0,11
		Najwyższy wynik RMS	0,33	0,34	0,43	0,46	0,38	0,34	0,31
		Najwyższy wynik PEAK	0,44	0,41	0,54	0,54	0,44	0,44	0,36
2400,0 MHz – 2483,5 MHz	61,0	Najniższy wynik RMS	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		Najwyższy wynik RMS	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		Najwyższy wynik PEAK	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05
2500,0 MHz – 2570,0 MHz	61,0	Najniższy wynik RMS	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		Najwyższy wynik RMS	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		Najwyższy wynik PEAK	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
2570,0 MHz – 2620,0 MHz	61,0	Najniższy wynik RMS	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		Najwyższy wynik RMS	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		Najwyższy wynik PEAK	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
2620,0 MHz – 2690,0 MHz	61,0	Najniższy wynik RMS	0,16	0,05	0,07	0,05	0,07	0,07	0,05
		Najwyższy wynik RMS	0,28	0,28	0,34	0,36	0,30	0,31	0,28
		Najwyższy wynik PEAK	0,31	0,34	0,38	0,39	0,36	0,36	0,31
3400,0 MHz – 3800,0 MHz	61,0	Najniższy wynik RMS	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
		Najwyższy wynik RMS	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
		Najwyższy wynik PEAK	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
5150,0 MHz – 5725,0 MHz	61,0	Najniższy wynik RMS	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
		Najwyższy wynik RMS	0,67	0,67	0,67	0,67	0,66	0,67	0,67
		Najwyższy wynik PEAK	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
0,1 MHz – 6000,0 MHz	27,5	Najniższy wynik RMS	4,15	3,89	3,93	4,22	4,22	4,07	4,15
		Najwyższy wynik RMS	4,98	4,76	5,02	5,20	5,02	5,05	5,20
		Najwyższy wynik PEAK	5,56	5,31	5,64	5,71	5,93	5,60	5,89

W trakcie prowadzonych badań w lokalizacji ZOO najwyższy wynik RMS wynoszący **1,43 V/m** oraz najwyższy wynik PEAK wynoszący **1,63 V/m** zarejestrowano w pomiarach w zakresie pomiarowym 0,1 MHz– 6000,0 MHz. Przyjmując dla tego zakresu wartość dopuszczalną PEM w środowisku równą **27,5 V/m**, wyniki te stanowią odpowiednio **5,20%** oraz **5,93%** wykorzystania wartości dopuszczalnej.

Procentowe wykorzystania wartości dopuszczalnej ME_{gr} w zakresie pomiarowym 0,1 MHz – 6000,0 MHz, w lokalizacji ZOO, ilustruje wykres na Rys. 26.



Rys. 26 Procentowe wykorzystanie dopuszczalnego natężenia w zakresie częstotliwości: 0,1 MHz – 6000,0 MHz – ZOO



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

www.il-pib.pl

