



# Raport z pomiarów PEM

Pomiary pola elektromagnetycznego (PEM) wykonane z wykorzystaniem szerokopasmowego monitoringu stacjonarnego (SMS PEM)

Grudzień 2024



PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY  
Instytut Łączności



## METRYKA

| Dane                  | Opis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tytuł dokumentu       | <b>RAPORT Z POMIARÓW PEM – Pomiary pola elektromagnetycznego-<br/>PEM wykonane z wykorzystaniem szerokopasmowego monitoringu<br/>stacjonarnego (SMS PEM)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Autor dokumentu       | Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy (IŁ-PIB)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Nr pracy IŁ-PIB       | 01.10.1.01.01.4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Nr Podzadania         | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Nazwa Podzadania      | Pomiary pól elektromagnetycznych (PEM) wytwarzanych przez stacje<br>bazowe telefonii komórkowej – kontynuacja prac z lat 2016-2023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Umowa dotacji celowej | Nr 1/DT/2024 z dnia 12 września 2024 r.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Rodzaj dokumentu      | Produkt Podzadania 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Załączniki 1 – 19     | <p>Raporty z pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego (PEM) wykonanych z wykorzystaniem szerokopasmowej stacji monitoringu stacjonarnego zainstalowanej w lokalizacjach w:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pruszków – nr raportu: 1/SMS/2024</li> <li>■ Suwałki – nr raportu: 2/SMS/2024</li> <li>■ Mielec – nr raportu: 3/SMS/2024</li> <li>■ Piotrków Trybunalski – nr raportu: 4/SMS/2024</li> <li>■ Tarnów – nr raportu: 5/SMS/2024</li> <li>■ Lublin – nr raportu: 6/SMS/2024</li> <li>■ Gdynia – nr raportu: 7/SMS/2024</li> <li>■ Włocławek – nr raportu: 8/SMS/2024</li> <li>■ Płock – nr raportu: 9/SMS/2024</li> <li>■ Piła – nr raportu: 10/SMS/2024</li> <li>■ Szczecin – nr raportu: 11/SMS/2024</li> <li>■ Wrocław – nr raportu: 12/SMS/2024</li> <li>■ Bytom – nr raportu: 13/SMS/2024</li> <li>■ Sosnowiec – nr raportu: 14/SMS/2024</li> <li>■ Tarnowskie Góry – nr raportu: 15/SMS/2024</li> <li>■ Siemianowice Śląskie – nr raportu: 16/SMS/2024</li> <li>■ Poznań – nr raportu: 17/SMS/2024</li> <li>■ Wałbrzych – nr raportu: 18/SMS/2024</li> <li>■ Katowice – nr raportu: 19/SMS/2024</li> </ul> |
| Załącznik 20          | Porównanie wyników pomiarów PEM zarejestrowanych przez stację monitorującą (pomiar szerokopasmowy) z wynikami pomiarów selektywnych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## SPIS TREŚCI

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| Raport z pomiarów PEM.....                                    | 1         |
| SPIS TREŚCI .....                                             | 3         |
| WYKAZ TABLIC.....                                             | 3         |
| WYKAZ RYSUNKÓW .....                                          | 3         |
| 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>8</b>  |
| 4.1 Uzgodnienia .....                                         | 8         |
| 4.2 Podstawa realizacji pomiarów .....                        | 8         |
| <b>5. REALIZACJA BADAŃ .....</b>                              | <b>9</b>  |
| 5.1 Przebieg cyklu badań .....                                | 9         |
| 5.2 Wykonawcy badań .....                                     | 9         |
| 5.3 Aparatura i oprzyrządowanie wykorzystane do badań .....   | 10        |
| 5.4 Architektura systemu .....                                | 11        |
| 5.5 Konfiguracja stacji monitoringu.....                      | 11        |
| 5.6 Transmisja danych .....                                   | 12        |
| 5.7 Serwer i baza danych.....                                 | 12        |
| 5.8 Miejsca badań.....                                        | 12        |
| <b>6. POMIARY W POSZCZEGÓLNYCH LOKALIZACJACH .....</b>        | <b>14</b> |
| 6.1 Okres pomiarów .....                                      | 14        |
| 6.2 Miejsca instalacji stacji monitorujących .....            | 14        |
| 6.3 Wyniki pomiarów.....                                      | 21        |
| <b>7. ZESTAWIENIE WYNIKÓW MONITORINGU Z 2023 i 2024 .....</b> | <b>42</b> |

## WYKAZ TABLIC

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabl. 1 Wykaz aparatury pomiarowej .....                                 | 10 |
| Tabl. 2. Lokalizacje, w których prowadzono pomiary SMS PEM.....          | 12 |
| Tabl. 3. Daty rozpoczęcia i zakończenia badań .....                      | 14 |
| Tabl. 4. Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa) ..... | 21 |
| Tabl. 5. Zestawienie wyników monitoringu z roku 2023 i 2024.....         | 42 |

## WYKAZ RYSUNKÓW

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Rys. 1 Schemat architektury systemu szerokopasmowego monitoringu stacjonarnego (SMS PEM) .....                         | 11 |
| Rys. 2 Miejsca instalacji stacji monitorujących: (a) Pruszków, (b) Suwałki, (c) Mielec, (d) Piotrków Trybunalski ..... | 16 |
| Rys. 3 Miejsca instalacji stacji monitorujących: (a) Tarnów, (b) Lublin, (c) Gdynia, (d) Włocławek .....               | 17 |
| Rys. 4 Miejsca instalacji stacji monitorujących: (a) Płock, (b) Piła, (c) Szczecin, (d) Wrocław .....                  | 18 |

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Rys. 5 Miejsca instalacji stacji monitorujących: (a) Bytom (b), Sosnowiec, (c) Tarnowskie Góry (d) Siemianowice Śląskie..... | 19 |
| Rys. 6 Miejsca instalacji stacji monitorujących: (a) Poznań, (b), Wałbrzych, (c) Katowice.....                               | 20 |
| Rys. 7 Wyniki pomiarów – Pruszków: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne ..                                | 23 |
| Rys. 8 Wyniki pomiarów – Suwałki: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne ....                               | 24 |
| Rys. 9 Wyniki pomiarów – Mielec: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne .....                               | 25 |
| Rys. 10 Wyniki pomiarów – Piotrków Trybunalski: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne.....                 | 26 |
| Rys. 11 Wyniki pomiarów – Tarnów: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne ..                                 | 27 |
| Rys. 12 Wyniki pomiarów – Lublin: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne .....                              | 28 |
| Rys. 13 Wyniki pomiarów – Gdynia: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne ...                                | 29 |
| Rys. 14 Wyniki pomiarów – Włocławek: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne.....                            | 30 |
| Rys. 15 Wyniki pomiarów – Płock: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne .....                               | 31 |
| Rys. 16 Wyniki pomiarów – Piła: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne .....                                | 32 |
| Rys. 17 Wyniki pomiarów – Szczecin: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne ..                               | 33 |
| Rys. 18 Wyniki pomiarów – Wrocław: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne ..                                | 34 |
| Rys. 19 Wyniki pomiarów – Bytom: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne ...                                 | 35 |
| Rys. 20 Wyniki pomiarów – Sosnowiec: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne.....                            | 36 |
| Rys. 21 Wyniki pomiarów – Tarnowskie Góry: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne.....                      | 37 |
| Rys. 22 Wyniki pomiarów – Siemianowice Śląskie: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne.....                 | 38 |
| Rys. 23 Wyniki pomiarów – Poznań: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne ...                                | 39 |
| Rys. 24 Wyniki pomiarów – Wałbrzych: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne.....                            | 40 |
| Rys. 25 Wyniki pomiarów – Katowice: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne ..                               | 41 |
| Rys. 26 Zestawienie wyników monitoringu z roku 2023 i 2024 .....                                                             | 43 |

**WYKAZ SKRÓTÓW**

| <b>Skrót</b> | <b>Rozwinięcie</b>                                                                                 |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GIOŚ         | Główny Inspektorat Ochrony Środowiska                                                              |
| IŁ-PIB       | Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy                                                   |
| PEM          | Pole elektromagnetyczne                                                                            |
| PIBUK        | Platforma informatyczna systemu badań i diagnozowania właściwości usług komunikacji elektronicznej |
| SMS PEM      | Szerokopasmowy Monitoring Stacjonarny PEM                                                          |
| SBTK         | Stacja Bazowa Telefonii Komórkowej                                                                 |
| UM/UG        | Urząd Miasta/Urząd Gminy                                                                           |
| WIOŚ         | Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska                                                          |
| 5g3600       | Umowny symbol stacji bazowej systemu 5G pracującej na częstotliwościach z zakresu 3400 – 3800 MHz  |

## 1. WPROWADZENIE

### 1.1 Podstawa opracowania

Umowa dotacji celowej Nr 1/DT/2024 z dnia 12 września 2024 r.

Podzadanie nr 1: *Pomiary pól elektromagnetycznych (PEM) wytwarzanych przez stacje bazowe telefonii komórkowej – kontynuacja prac z lat 2016-2023.*

### 1.2 Zakres podzadania

Podzadanie nr 1 było kontynuacją prac wykonywanych w latach 2016-2023.

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

- szerokopasmowego, w zakresie częstotliwości 300 kHz – 40 GHz;
- w lokalizacjach uzgodnionych z przedstawicielami urzędów miast i gmin.

### 1.3 Zakres opracowania i cel pracy

Raport wraz załącznikami przedstawia wyniki oraz wnioski z wykonanych cykli pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego z zastosowaniem systemu szerokopasmowego monitoringu stacjonarnego PEM (zakres częstotliwości od 300 kHz do 40 GHz), instalowanego w lokalizacjach wskazanych i uzgodnionych z przedstawicielami urzędów miast i gmin w miastach: Bytom, Gdynia, Lublin, Katowice, Mielec, Piła, Piotrków Trybunalski, Płock, Poznań, Pruszków, Siemianowice Śląskie, Sosnowiec, Suwałki, Szczecin, Tarnów, Tarnowskie Góry, Wałbrzych, Włocławek, Wrocław.

## 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 urzędów miast i gmin z funkcjonalnością, sposobem działania, możliwościami, zaletami, ale też ograniczeniami systemu szerokopasmowego monitoringu stacjonarnego PEM;
- identyfikacja uwarunkowań i potencjalnych problemów związanych z instalacją stacjonarnych stacji monitorujących;
- ocena możliwości i przydatności wykorzystania szerokopasmowego stacjonarnego monitoringu PEM w systemie monitoringu PEM o zasięgu krajowym.

### 3. PODSUMOWANIE, WNIOSKI, REKOMENDACJE

W ramach badań prowadzonych w lokalizacjach uzgodnionych z przedstawicielami urzędów miast i gmin, wykonywano ciągłe pomiary natężenia pola elektromagnetycznego z wykorzystaniem systemu szerokopasmowego monitoringu stacjonarnego PEM, w okresie **od 17.09.2024 r. do 20.12.2024 r.**, w cyklach minimum 4-5 dniowych.

Zarejestrowane wyniki wartości średniej natężenia pola elektromagnetycznego wynosiły od **0,0 V/m do 8,14 V/m**.

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

Analiza uzyskanych wyników potwierdziła dobową zmienność PEM i jej periodyczność.

Wyniki pomiarów uzyskane z wykorzystaniem systemu szerokopasmowego monitoringu stacjonarnego, w przeciwieństwie do wyników klasycznych pomiarów chwilowej wartości PEM, pozwalają na ciągłą obserwację zmian wartości PEM w dowolnym czasie z okresu wykonywania pomiarów.

Można przyjąć, że uzyskane wyniki monitoringu PEM są reprezentatywne i pozwalają na wyciągnięcie istotnych wniosków odnoszących się nie tylko do bezwzględnych poziomów PEM warunkujących dotrzymanie poziomów dopuszczalnych, ale także do ich dobowej zmienności i regularnej powtarzalności.

Potwierdza to także możliwość realizacji krótkookresowego (kilku- bądź kilkunastogodzinnego) monitoringu PEM, zbliżonego do prowadzonych obecnie przez GIOŚ/WIOŚ pomiarów interwencyjnych czy kontrolnych, ale dającego w rezultacie znacznie więcej informacji. Tego typu krótkookresowy monitoring PEM, realizowany z wykorzystaniem stacjonarnych stacji monitorujących, miałby wówczas tzw. charakter nomadyczny: stacja musiałaby zostać przetransportowana, a następnie (dzięki swej autonomiczności) umieszczona w określonej lokalizacji i dopiero wówczas mogłaby dokonywać ciągłych pomiarów PEM przez określony czas.

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

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

W wyniku przeprowadzonych pomiarów i poprzedzających działań przygotowawczych potwierdziły się spodziewane uwarunkowania i pewne ograniczenia 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);
- leżących w bliskim sąsiedztwie stacji bazowych 5g3600;

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

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

W przypadku budowy ogólnokrajowego systemu monitoringu PEM zasadnym jest stosowanie stacji monitoringu stacjonarnego (SMS PEM), wykorzystywanych w przedmiotowych badaniach, z uwagi na ich wiarygodność oraz kompleksowość zbieranych danych, a jednocześnie bezobsługowy charakter i pełną autonomiczność.

#### **4. PRZYGOTOWANIE DO BADAŃ**

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

- przygotowanie odpowiedniej konfiguracji sprzętowej;
- uzgodnienia z przedstawicielami urzędów miast i gmin wytypowanych do badań lokalizacji.

##### **4.1 Uzgodnienia**

Uzgodnienia z przedstawicielami urzędów miast i gmin dotyczyły:

- podpisanie aneksów do Umów Współpracy;
- wyboru lokalizacji do wykonania pomiarów;
- zabezpieczenia aparatury;
- warunków i terminów instalacji.

##### **4.2 Podstawa realizacji pomiarów**

Pomiary w poszczególnych lokalizacjach realizowane były na podstawie umów:

1. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Urzędem Miejskim w Bytomiu, z 16.05.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 20.03.2024 r.
2. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Miasta Gdyni, z 18.05.2022 r.
3. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Miastem Katowice, z 11.07.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 25.03.2024 r.
4. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Lublin, z 25.05.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 13.03.2024 r.
5. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Miejską Mielec, z 25.05.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 12.03.2024 r.
6. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Piła, z 26.05.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 26.03.2024 r.
7. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Miastem Piotrków Trybunalski, z 25.05.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 11.03.2024 r.
8. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Miastem Poznań, z dnia 22.04.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 4.03.2024 r.
9. Umowy Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Miasto Pruszków, z 26.08.2022 r.



10. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą – Miasto Płock z 18.05.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 11.03.2024 r.
11. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Siemianowice Śląskie, z 17.05.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 22.02.2024 r.
12. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Sosnowiec, z 26.05.2022 r.
13. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Miastem Suwałki, z 25.05.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 27.02.2024 r.
14. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Miasta Szczecin z 27.04.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 20.02.2024 r.
15. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Tarnowskie Góry, z 20.05.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 26.02.2024 r.
16. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Miasta Tarnowa, z 4.05.2022 r.
17. Porozumienie o Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Wałbrzych – Miastem na Prawach Powiatu, z 16.05.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 15.03.2024 r.
18. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Miasto Włocławek, z 6.06.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 1.03.2024 r.
19. Umowa Współpracy pomiędzy IŁ-PIB a Gminą Wrocław, z 6.06.2022 r. wraz z Aneksem nr 1 z 1.03.2024 r.

## **5. REALIZACJA BADAŃ**

### **5.1 Przebieg cyklu badań**

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

- instalację i uruchomienie stacji monitorującej;
- instruktaż przedstawiciela UM/UG w zakresie działania i obsługi stacji monitorującej;
- rozpoczęcie cyklu szerokopasmowych 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 szerokopasmowego 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:

- Piotr Gajewski,
- Bartosz Głowacz,
- Jakub Obarowski,
- Joanna Oliwa,
- Bartosz Skiba,
- Karolina Spalt,
- Tomasz Tomczyk,
- Jagoda Wierzbicka.

### 5.3 Aparatura i oprzyrządowanie wykorzystane do badań

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

- stacjonarna stacja monitoringu pola elektromagnetycznego model AMB-8059-03;
- sonda pomiarowa model EP-1B-06 przeznaczona do pomiarów w zakresie częstotliwości od 300 kHz do 40 GHz.

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

Tabl. 1 Wykaz aparatury pomiarowej

| Lp. | Nazwa                                                                  | Model       | Numer seryjny |
|-----|------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
| 1.  | Stacjonarna stacja monitoringu pola elektromagnetycznego               | AMB-8059-03 | 170WY90730    |
| 2.  | Sonda pomiarowa do pomiarów w zakresie częstotliwości 300 kHz – 40 GHz | EP-1B-06    | 000WW91001    |
| 3.  | Stacjonarna stacja monitoringu pola elektromagnetycznego               | AMB-8059-03 | 170WY90731    |
| 4.  | Sonda pomiarowa do pomiarów w zakresie częstotliwości 300 kHz – 40 GHz | EP-1B-06    | 000WW91002    |

#### Specyfikacja zestawu pomiarowego:

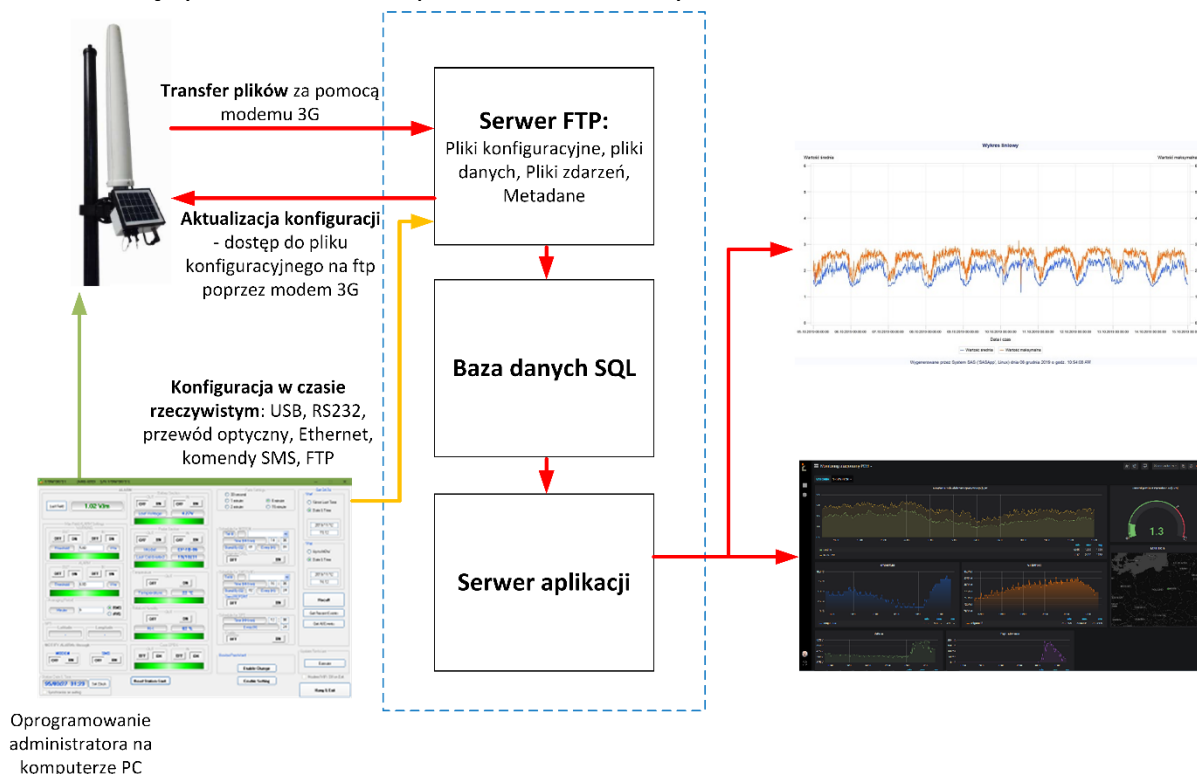
1. Szerokopasmowa, stacjonarna stacja monitoringu pola elektromagnetycznego firmy Narda Safety Test Solutions GmbH, model AMB-8059-03, zasilana panelem słonecznym, z wbudowanym akumulatorem, modemami 2G/3G oraz Wi-Fi, w tym:
  - stacja monitoringu pola elektromagnetycznego model AMB-8059-03;

- oprogramowanie do komputera PC: AMB-8059-SW-02;
  - przewód USB;
  - przewód Ethernet;
  - obrotowy uchwyt do instalacji;
  - podstawa masztu i maszt: AMB-8059-MAST;
  - certyfikat kalibracji;
  - zasilacz 230 V AC.
2. Sonda pomiarowa firmy Narda Safety Test Solutions GmbH, model EP-1B-06 do pomiarów w zakresie częstotliwości od 300 kHz do 40 GHz.

## 5.4 Architektura systemu

W prowadzonych badaniach wykorzystano uruchomiony w siedzibie IŁ-PIB w Warszawie pilotażowy system szerokopasmowego monitoringu stacjonarnego PEM (SMS PEM).

Architekturę systemu SMS PEM przedstawiono na Rys. 1.



Rys. 1 Schemat architektury systemu szerokopasmowego monitoringu stacjonarnego (SMS PEM)

## 5.5 Konfiguracja stacji monitoringu

Stacje monitoringu wykonywały pomiary co 1 sekundę. Jako wyniki pomiarów stacje rejestrowały dwie wartości: maksymalną PEAK oraz średnią RMS (tj. obliczanie średniej kwadratowej) w okresie 6 minut, zgodnie z wymaganiami wynikającymi z rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku.

## 5.6 Transmisja danych

Dane uzyskane podczas pomiarów były rejestrowane w pamięci stacji monitorujących. Na potrzeby badań przyjęto, że dane ze stacji monitorujących do bazy danych będą przesyłane z wykorzystaniem wbudowanego modemu do radiowej transmisji danych 2G/3G. W tym celu zostały wykorzystywane były dwa zestawy startowe kart SIM w systemie pre-paid. Dane były przekazywane do serwera IŁ-PIB co 4 godziny.

## 5.7 Serwer i baza danych

Stacje monitorujące zapisywały i przekazywały do serwera FTP dane w formacie binarnym. Dane były interpretowane i przekazywane do bazy danych z wykorzystaniem platformy PIBUK. W celu przetworzenia danych do czytelnego formatu, opracowano dedykowany program w języku SAS 4GL.

## 5.8 Miejsca badań

Pomiary wykonywane były w lokalizacjach wskazanych i uzgodnionych z przedstawicielami urzędów miast i gmin. Listę lokalizacji i ich adresów przedstawia Tabl. 2.

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

| Lp. | Nr raportu  | Miasto/<br>Gmina     | Adres lokalizacji                                                                      |
|-----|-------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | SMS/1/2024  | Pruszków             | TBS, ul. Gordziałkowskiego 9, 05-800 Pruszków                                          |
| 2.  | SMS/2/2024  | Suwałki              | Dom Pomocy Społecznej, ul. Pułaskiego 66, 16-400 Suwałki                               |
| 3.  | SMS/3/2024  | Mielec               | Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 1, ul. Tańskiego 3, 39-300 Mielec                   |
| 4.  | SMS/4/2024  | Piotrków Trybunalski | Przedszkole Samorządowe nr 20, ul. Paderewskiego 1a, 97-300 Piotrków Trybunalski       |
| 5.  | SMS/5/2024  | Tarnów               | 3 Liceum Ogólnokształcące, ul. Brodzińskiego 4, 33-100 Tarnów                          |
| 6.  | SMS/6/2024  | Lublin               | Szkoła Podstawowa Nr 18, al. Jana Długosza 83, 20-054 Lublin                           |
| 7.  | SMS/7/2024  | Gdynia               | Zespół Szkół Ekologiczno-Transportowych; ul. Morska 186, 81-216 Gdynia                 |
| 8.  | SMS/8/2024  | Włocławek            | Budynek wielorodzinny ul. Ostrowska 6, 87-800 Włocławek                                |
| 9.  | SMS/9/2024  | Płock                | Miejskie Przedszkole Nr 3, ul. Konstantego Ildefonsa Gałczyńskiego 7, 09-400 Płock     |
| 10. | SMS/10/2024 | Piła                 | Zespół Szkół im. Staszica, al. Powstańców Wielkopolskich 18, 64-912 Piła               |
| 11. | SMS/11/2024 | Szczecin             | Szkoła Podstawowa nr 53 im. Fryderyka Chopina, ul. Budzysza Wosia 8/9, 71-273 Szczecin |
| 12. | SMS/12/2024 | Wrocław              | Szkoła Podstawowa nr 22, ul. Karpnicka 2, 54-061 Wrocław                               |
| 13. | SMS/13/2024 | Bytom                | Biuro Promocji Bytomia, ul. Rynek 7, 41-902 Bytom                                      |
| 14. | SMS/14/2024 | Sosnowiec            | Szkoła Podstawowa nr 3 im. Elizy Orzeszkowej, ul. Hutnicza 6, 41-205 Sosnowiec         |

| Lp. | Nr raportu  | Miasto/<br>Gmina        | Adres lokalizacji                                                                                       |
|-----|-------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15. | SMS/15/2024 | Tarnowskie<br>Góry      | Jubilat – Dom Kultury osiedla Przyjaźń, Litewska 22,<br>42-612 Tarnowskie Góry                          |
| 16. | SMS/16/2024 | Siemianowice<br>Śląskie | Szkoła Podstawowa nr 16 im. Bolesława Prusa,<br>ul. Szymanowskiego 11, 41-103 Siemianowice Ślą-<br>skie |
| 17. | SMS/17/2024 | Poznań                  | Osiedle Wichrowe Wzgórze 10, 61-619 Poznań                                                              |
| 18. | SMS/18/2024 | Wałbrzych               | Hala Wałbrzyskich Mistrzów, ul.Piotra Wysockiego<br>11A, 58-300 Wałbrzych                               |
| 19. | SMS/19/2024 | Katowice                | Rynek 1, 40-003 Katowice                                                                                |

## 6. POMIARY W POSZCZEGÓLNYCH LOKALIZACJACH

### 6.1 Okres pomiarów

Pomiary wykonywane były w każdej z lokalizacji zwykle przez okres 4-5 dni.

Daty rozpoczęcia i zakończenia badań przedstawiono w Tabl. 3.

Tabl. 3. Daty rozpoczęcia i zakończenia badań

| Lp. | Nr raportu  | Miasto/Gmina         | Początek   | Koniec     |
|-----|-------------|----------------------|------------|------------|
| 1.  | SMS/1/2024  | Pruszków             | 17.09.2024 | 23.09.2024 |
| 2.  | SMS/2/2024  | Suwałki              | 24.09.2024 | 30.09.2024 |
| 3.  | SMS/3/2024  | Mielec               | 7.10.2024  | 11.10.2024 |
| 4.  | SMS/4/2024  | Piotrków Trybunalski | 14.10.2024 | 18.10.2024 |
| 5.  | SMS/5/2024  | Tarnów               | 21.10.2024 | 25.10.2024 |
| 6.  | SMS/6/2024  | Lublin               | 4.11.2024  | 8.11.2024  |
| 7.  | SMS/7/2024  | Gdynia               | 12.11.2024 | 18.11.2024 |
| 8.  | SMS/8/2024  | Włocławek            | 18.11.2024 | 25.11.2024 |
| 9.  | SMS/9/2024  | Płock                | 25.11.2024 | 2.12.2024  |
| 10. | SMS/10/2024 | Piła                 | 2.12.2024  | 9.12.2024  |
| 11. | SMS/11/2024 | Szczecin             | 1.10.2024  | 18.10.2024 |
| 12. | SMS/12/2024 | Wrocław              | 21.10.2024 | 25.10.2024 |
| 13. | SMS/13/2024 | Bytom                | 4.11.2024  | 8.11.2024  |
| 14. | SMS/14/2024 | Sosnowiec            | 13.11.2024 | 19.11.2024 |
| 15. | SMS/15/2024 | Tarnowskie Góry      | 19.11.2024 | 25.11.2024 |
| 16. | SMS/16/2024 | Siemianowice Śląskie | 25.11.2024 | 29.11.2024 |
| 17. | SMS/17/2024 | Poznań               | 2.12.2024  | 6.12.2024  |
| 18. | SMS/18/2024 | Wałbrzych            | 9.12.2024  | 13.12.2024 |
| 19. | SMS/19/2024 | Katowice             | 16.12.2024 | 20.12.2024 |

### 6.2 Miejsca instalacji stacji monitorujących

Miejsca instalacji stacji monitorujących, wybierano tak, aby lokalizacja była reprezentatywna, ale jednocześnie bezpieczna.

Aby lokalizacje były reprezentatywne:

- miejsca pomiarów oddawały faktyczne warunki, w których mogą najczęściej przebywać ludzie (sąsiedztwo instytucji publicznych, obszary z dużymi skupiskami ludności lub miejsca publiczne, znajdujące się w pobliżu wielu źródeł pola elektromagnetycznego);
- uwzględniano miejsca o szczególnym znaczeniu (np. placówki oświatowe, przedszkola);
- w miarę możliwości wybierano lokalizacje z bezpośrednią widocznością anten SBTk 5g3600, unikając drzew, zabudowy, czy innych elementów infrastruktury, przesłaniających widoczność anten;

- w miarę możliwości nie umieszczano stacji monitorującej w pobliżu dużych metalowych przedmiotów, za wyjątkiem sytuacji, gdy było to konieczne z uwagi na sposób i warunki instalacji stacji.

Jednocześnie miejsca pomiarów gwarantowały, że stacje monitorujące nie zostaną uszkodzone, zniszczone lub skradzione (instalacje na dachach budynków lub w pomieszczeniach).

W miarę możliwości brano również pod uwagę:

- dostępność i jakość usługi transmisji danych w miejscu instalacji stacji monitorującej;
- nasłonecznienie miejsca instalacji, możliwość skierowania panelu słonecznego na południe.

Zdjęcia miejsc instalacji stacji monitorujących przedstawiono na Rys. 2, Rys. 3, Rys. 4, Rys. 5 oraz Rys. 6.





a)

b)

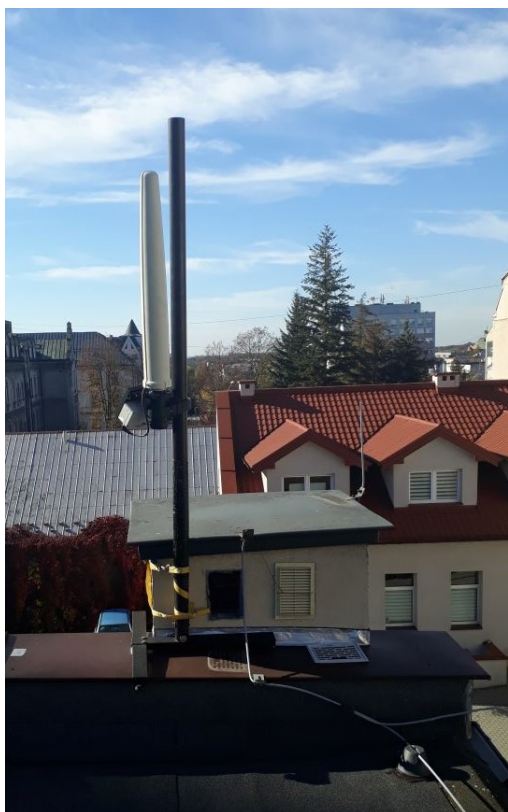


c)

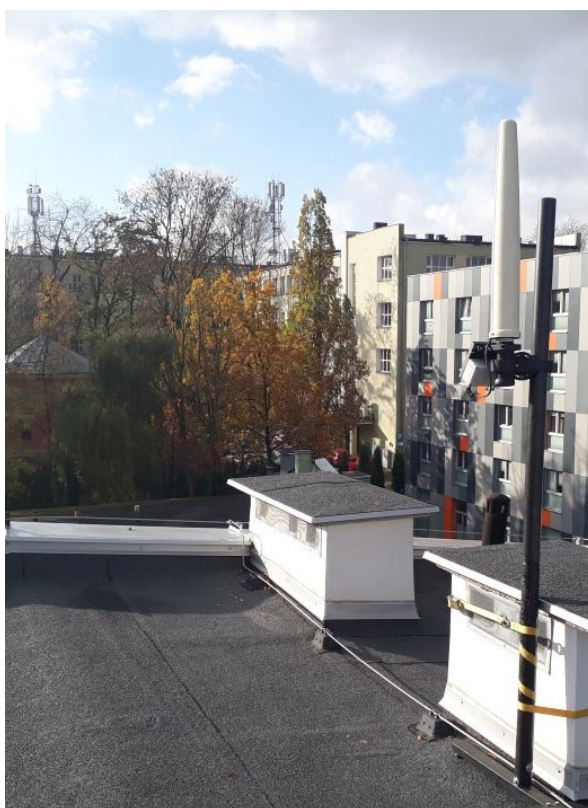
d)

Rys. 2 Miejsca instalacji stacji monitorujących: (a) Pruszków, (b) Suwałki, (c) Mielec, (d) Piotrków Trybunalski





a)



b)



c)



d)

Rys. 3 Miejsca instalacji stacji monitorujących: (a) Tarnów, (b) Lublin, (c) Gdynia, (d) Włocławek



a)



b)



c)



d)

Rys. 4 Miejsca instalacji stacji monitorujących: (a) Płock, (b) Piła, (c) Szczecin, (d) Wrocław





a)



b)



c)



d)

Rys. 5 Miejsca instalacji stacji monitorujących: (a) Bytom (b), Sosnowiec, (c) Tarnowskie Góry (d) Siemianowice Śląskie



a)



b)



c)

Rys. 6 Miejsca instalacji stacji monitorujących: (a) Poznań, (b), Wałbrzych, (c) Katowice

### 6.3 Wyniki pomiarów

Zestawienie, zarejestrowanych w poszczególnych lokalizacjach, najwyższych i najniższych średnich wartości natężenia pola elektromagnetycznego (RMS) oraz najwyższych wartości szczytowych (PEAK), przedstawiono w Tabl. 4.

Tabl. 4. Wyniki pomiarów wartości RMS (średnia) i PEAK (szczytowa)

| Lp.                   | Nr raportu  | Miasto               | Najniższy<br>wynik<br>RMS<br>(V/m) | Najwyższy<br>wynik<br>RMS<br>(V/m) | Najwyższy<br>wynik<br>PEAK<br>(V/m) |
|-----------------------|-------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.                    | SMS/1/2024  | Pruszków             | 0,00                               | 0,73                               | 1,02                                |
| 2.                    | SMS/2/2024  | Suwałki              | 0,00                               | 0,82                               | 2,40                                |
| 3.                    | SMS/3/2024  | Mielec               | 0,00                               | 1,03                               | 1,79                                |
| 4.                    | SMS/4/2024  | Piotrków Trybunalski | 0,61                               | 1,11                               | 1,55                                |
| 5.                    | SMS/5/2024  | Tarnów               | 0,00                               | 1,37                               | 1,84                                |
| 6.                    | SMS/6/2024  | Lublin               | 0,74                               | 2,85                               | 5,43                                |
| 7.                    | SMS/7/2024  | Gdynia               | 0,00                               | 0,83                               | 4,06                                |
| 8.                    | SMS/8/2024  | Włocławek            | 0,00                               | 0,83                               | 1,69                                |
| 9.                    | SMS/9/2024  | Płock                | 0,78                               | 2,20                               | 3,16                                |
| 10.                   | SMS/10/2024 | Piła                 | 0,00                               | 0,92                               | 2,65                                |
| 11.                   | SMS/11/2024 | Szczecin             | 0,72                               | 1,87                               | 2,84                                |
| 12.                   | SMS/12/2024 | Wrocław              | 0,96                               | 2,97                               | 4,12                                |
| 13.                   | SMS/13/2024 | Bytom                | 1,53                               | 2,74                               | 3,41                                |
| 14.                   | SMS/14/2024 | Sosnowiec            | 2,37                               | 3,71                               | 4,86                                |
| 15.                   | SMS/15/2024 | Tarnowskie Góry      | 1,28                               | 2,81                               | 4,19                                |
| 16.                   | SMS/16/2024 | Siemianowice Śląskie | 1,92                               | 3,72                               | 6,55                                |
| 17.                   | SMS/17/2024 | Poznań               | 1,22                               | 2,48                               | 4,98                                |
| 18.                   | SMS/18/2024 | Wałbrzych            | 3,18                               | 8,14                               | 9,58                                |
| 19.                   | SMS/19/2024 | Katowice             | 2,38                               | 5,22                               | 9,17                                |
| <b>Wyniki skrajne</b> |             |                      | <b>0,00</b>                        | <b>8,14</b>                        | <b>9,58</b>                         |

Uwaga:

Lokalizacja w Wałbrzychu, w której zarejestrowano najwyższy wynik RMS, równy 8,14 V/m, była jedyną lokalizacją, w której stacja monitorująca została zainstalowana na parapecie okiennym jednego z pomieszczeń lokalizacji. Instalacja stacji na dachu była niemożliwa z uwagi na występujące tymczasowe warunki atmosferyczne (oblodzenie powierzchni dachu), które nie pozwoliły na bezpieczną instalację stacji. W najbliższym otoczeniu lokalizacji znajdowały się trzy instalacje SBTk, z czego jedna w odległości 15 m od dachu budynku.

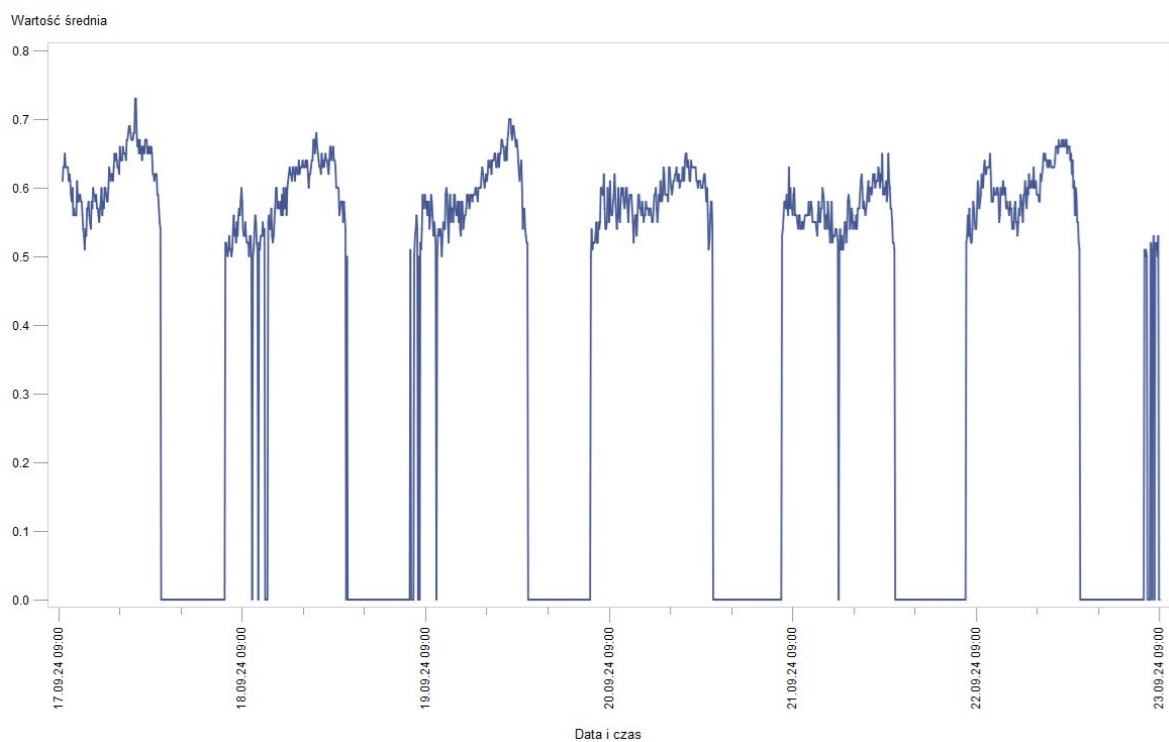
Wyniki pomiarów przeprowadzonych w poszczególnych lokalizacjach przedstawiono na kolejnych rysunkach od Rys. 7 do Rys. 21, w postaci wykresów: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne.



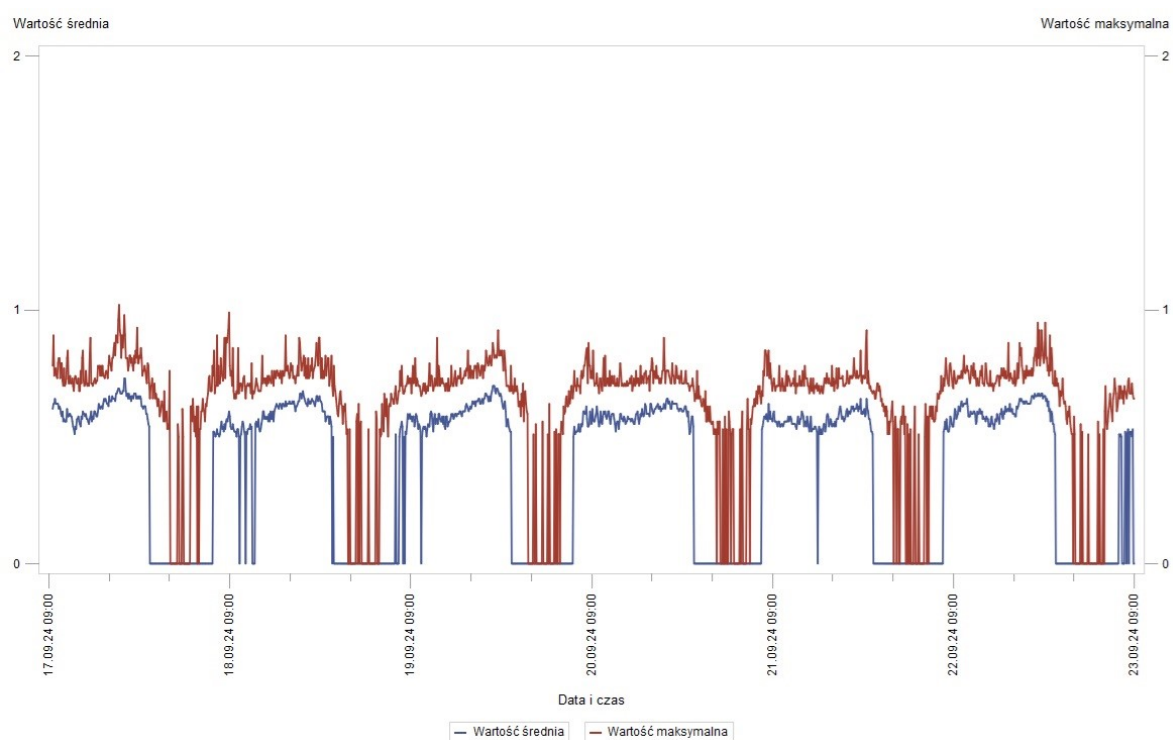
Wykresy (a) przedstawiają wartości średnie (RMS) natężenia pola elektromagnetycznego (średnia kwadratowa w okresie 6-minut) rejestrowane przez stacje, które to wartości, zgodnie z wymaganiami wynikającymi z rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie *dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku*, stanowią podstawę oceny zgodności natężenia pola elektrycznego z wartościami dopuszczalnymi.

Wykresy (b) przedstawiają dodatkowo wartości maksymalne (PEAK) natężenia pola elektromagnetycznego, uzyskane w okresach pomiarów wykonywanych w poszczególnych lokalizacjach na terenie kraju.

W przypadku pomiarów w środowisku o niskim poziomie natężenia PEM, wartości PEAK (szczytowe) poniżej 0,5 V/m były raportowane przez stację jako wartość 0 V/m. Stąd też przedstawione na wykresach przebiegi wartości maksymalnej znajdują się na poziomie 0 V/m.

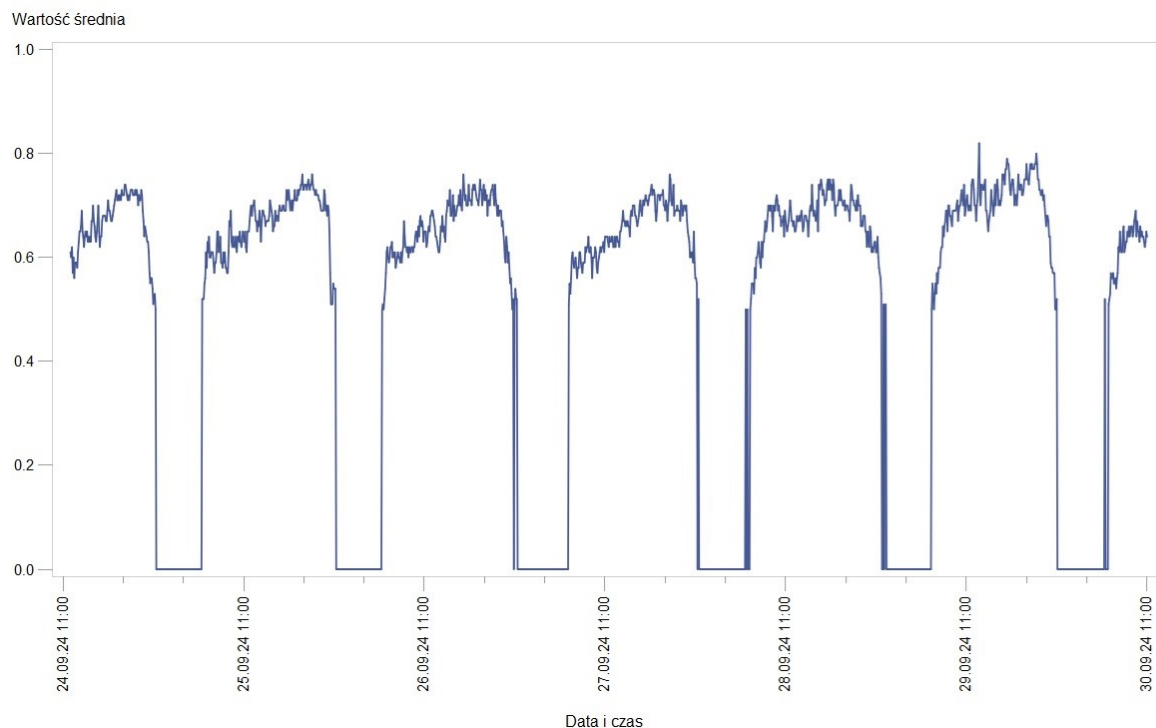


a)

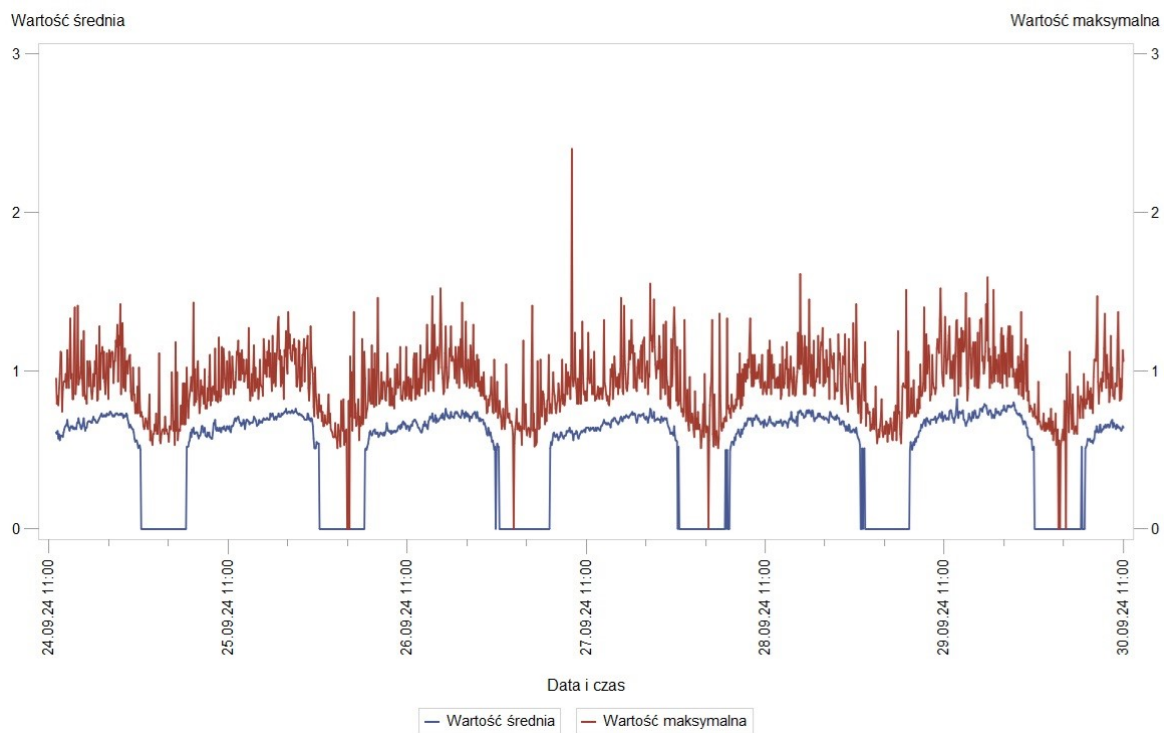


b)

Rys. 7 Wyniki pomiarów – Pruszków: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne



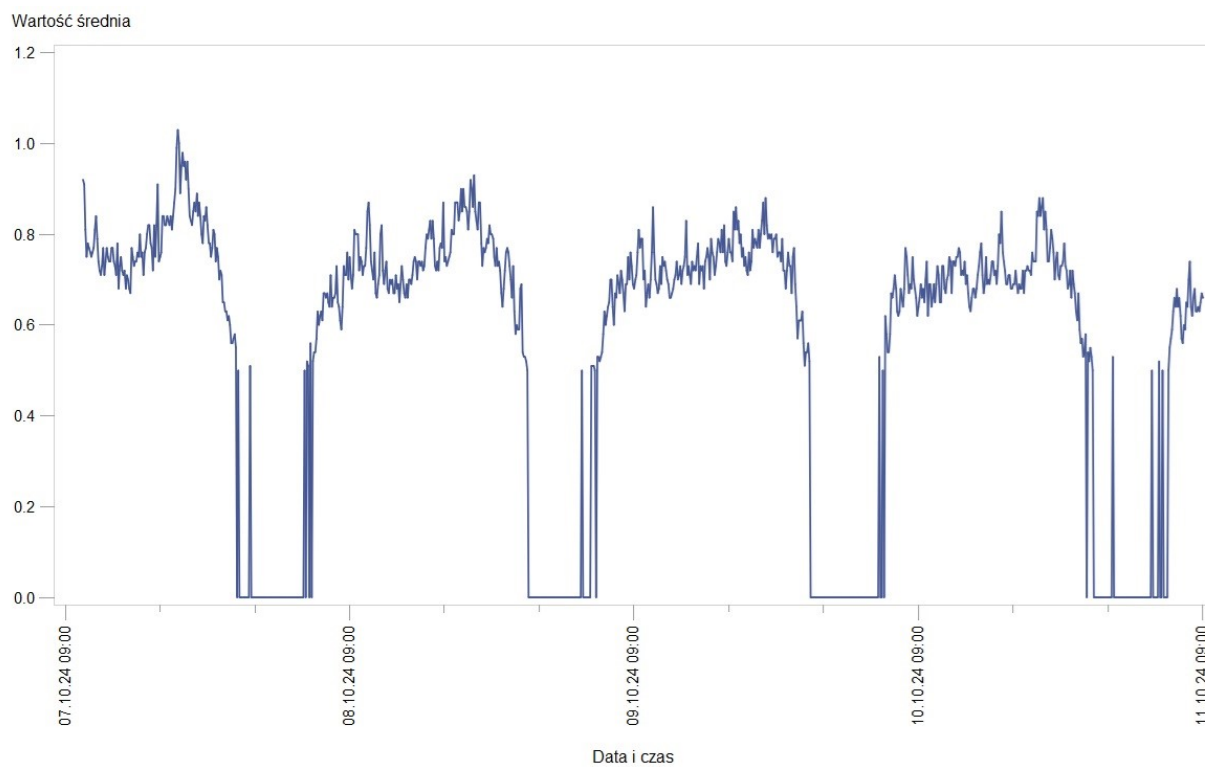
a)



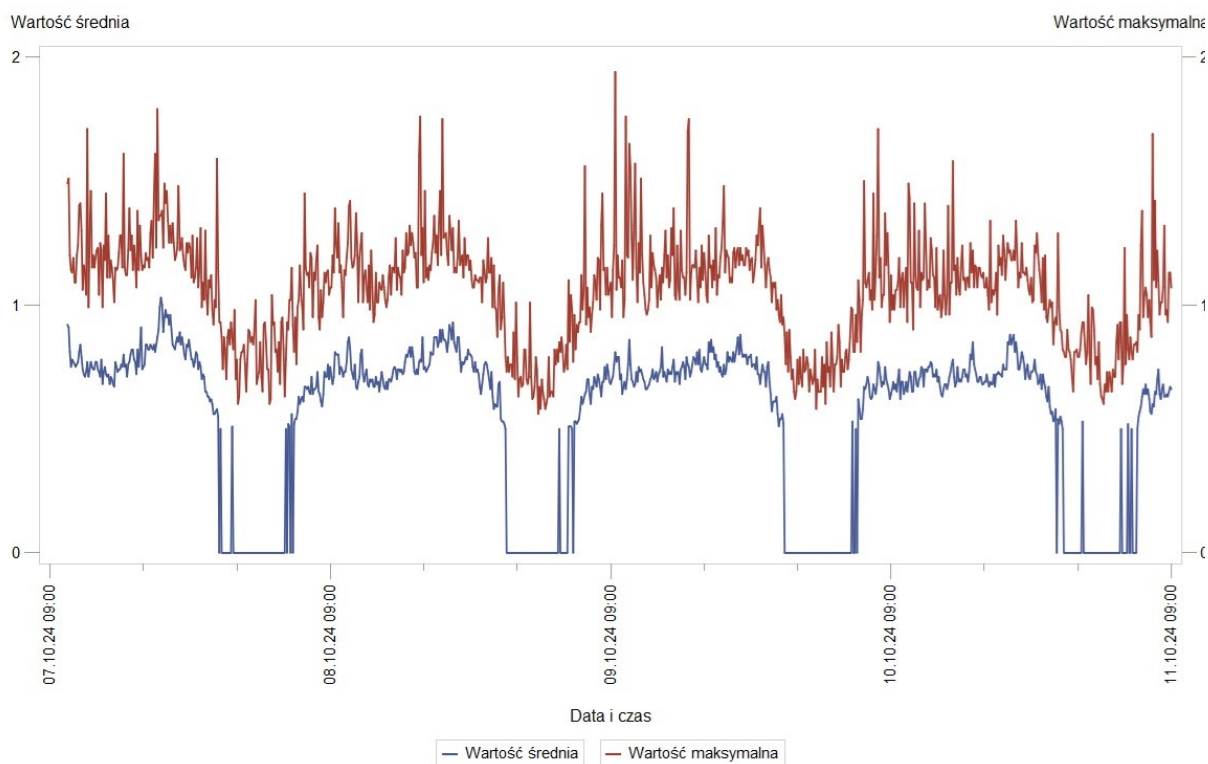
b)

Rys. 8 Wyniki pomiarów – Suwałki: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne



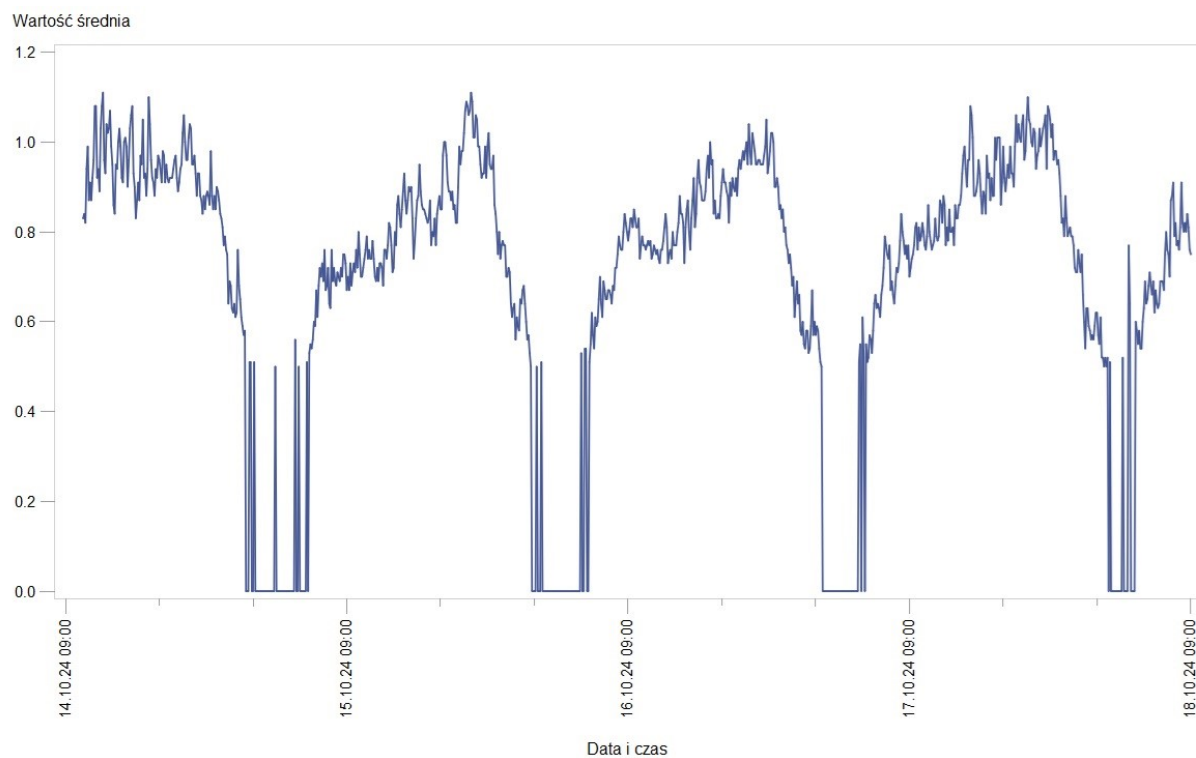


a)

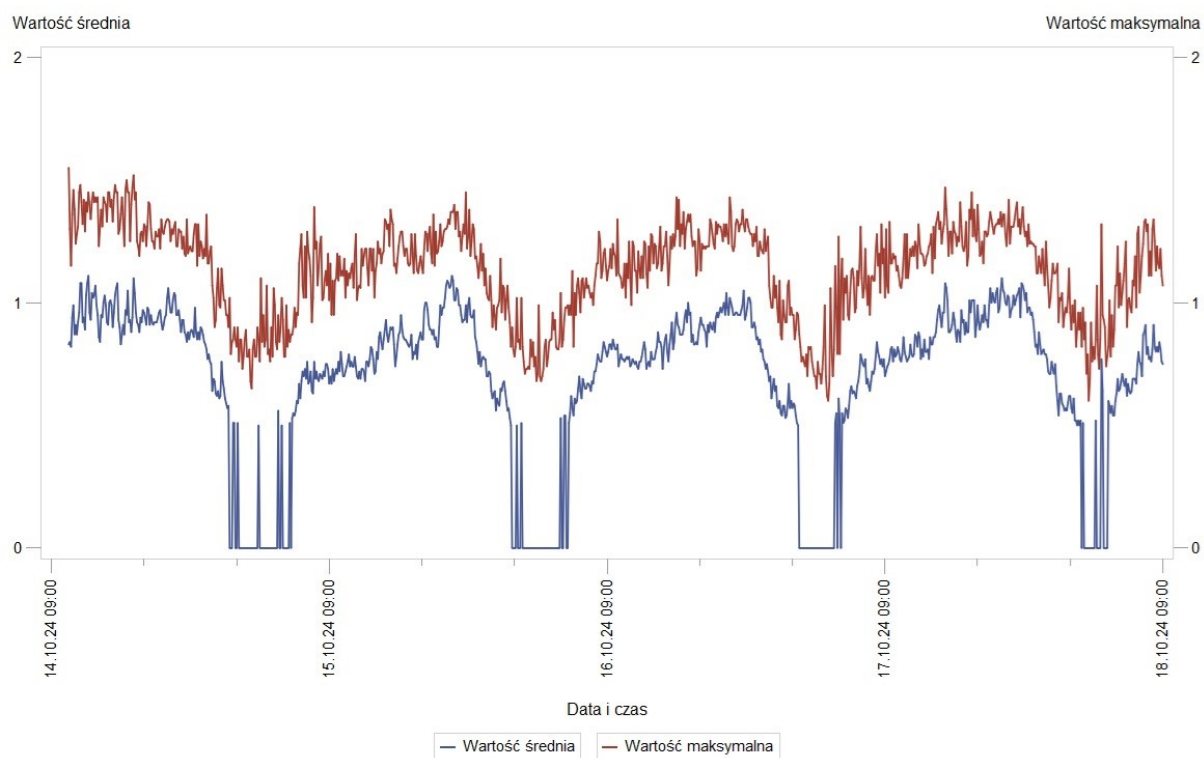


b)

Rys. 9 Wyniki pomiarów – Mielec: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne

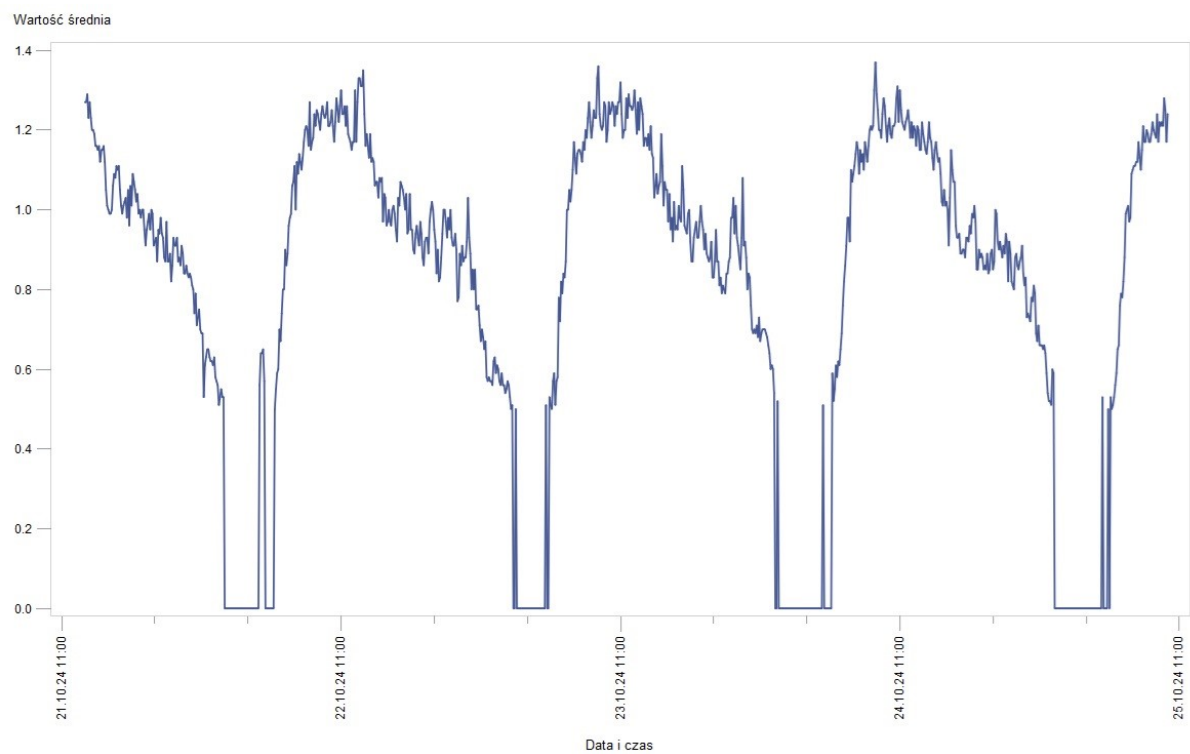


a)

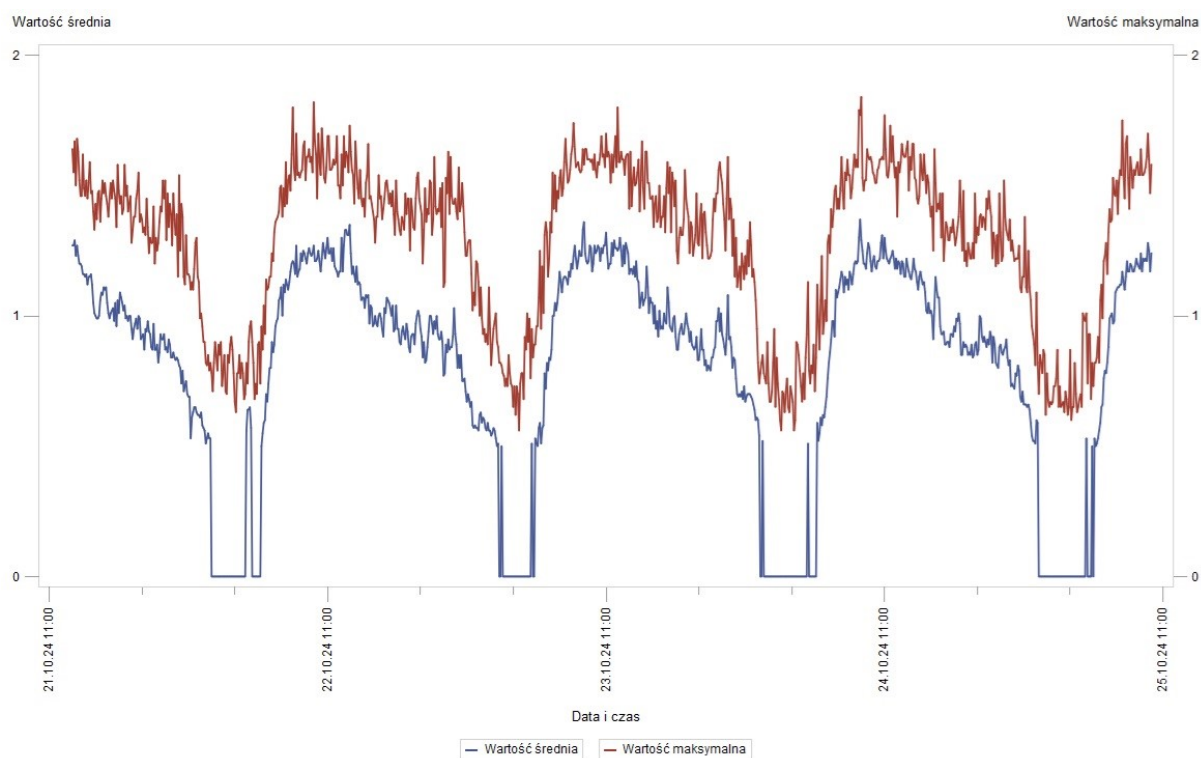


b)

Rys. 10 Wyniki pomiarów – Piotrków Trybunalski: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne

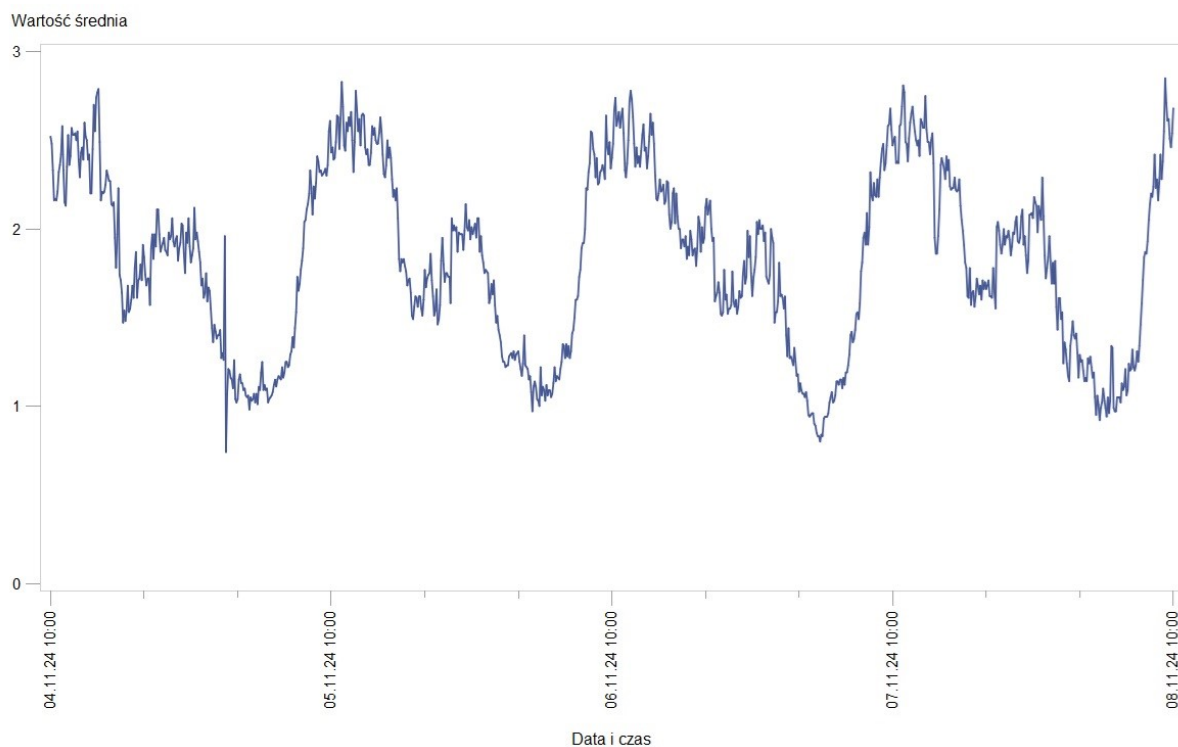


a)

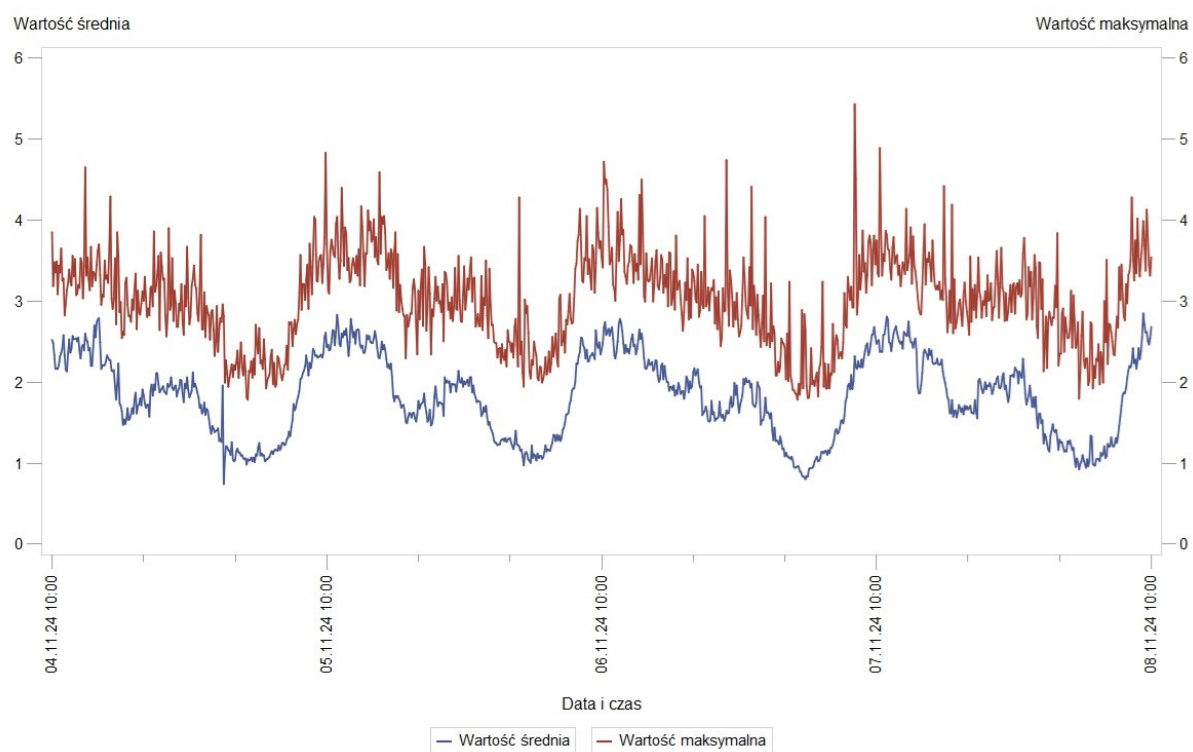


b)

Rys. 11 Wyniki pomiarów – Tarnów: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne

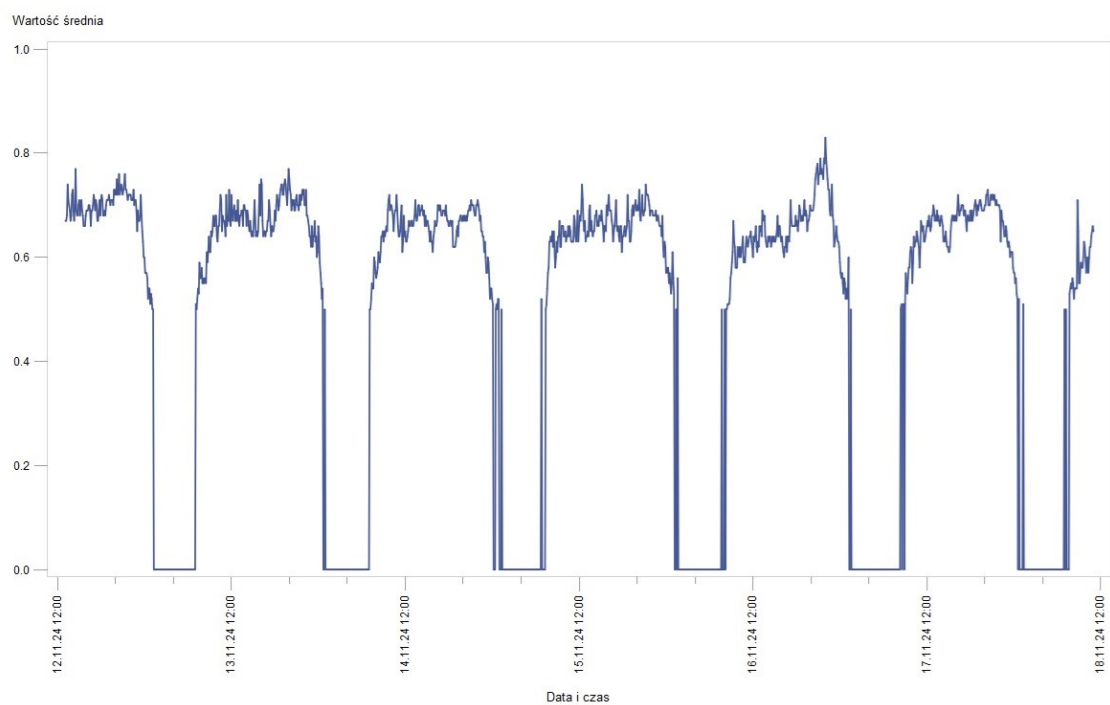


a)

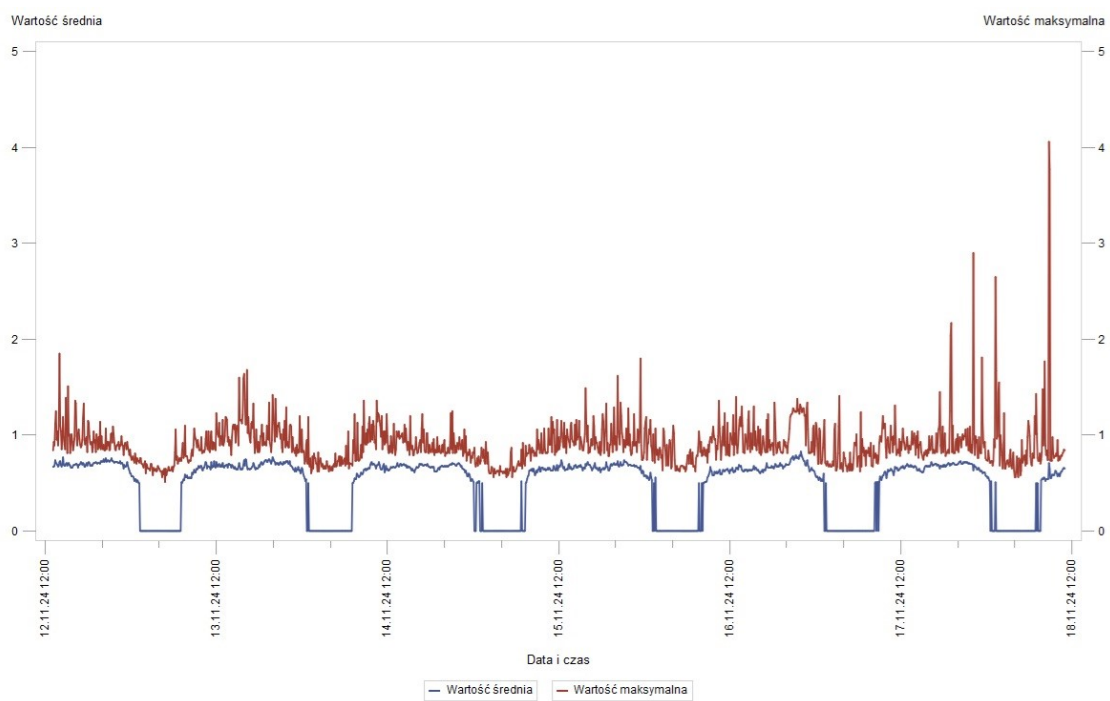


b)

Rys. 12 Wyniki pomiarów – Lublin: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne

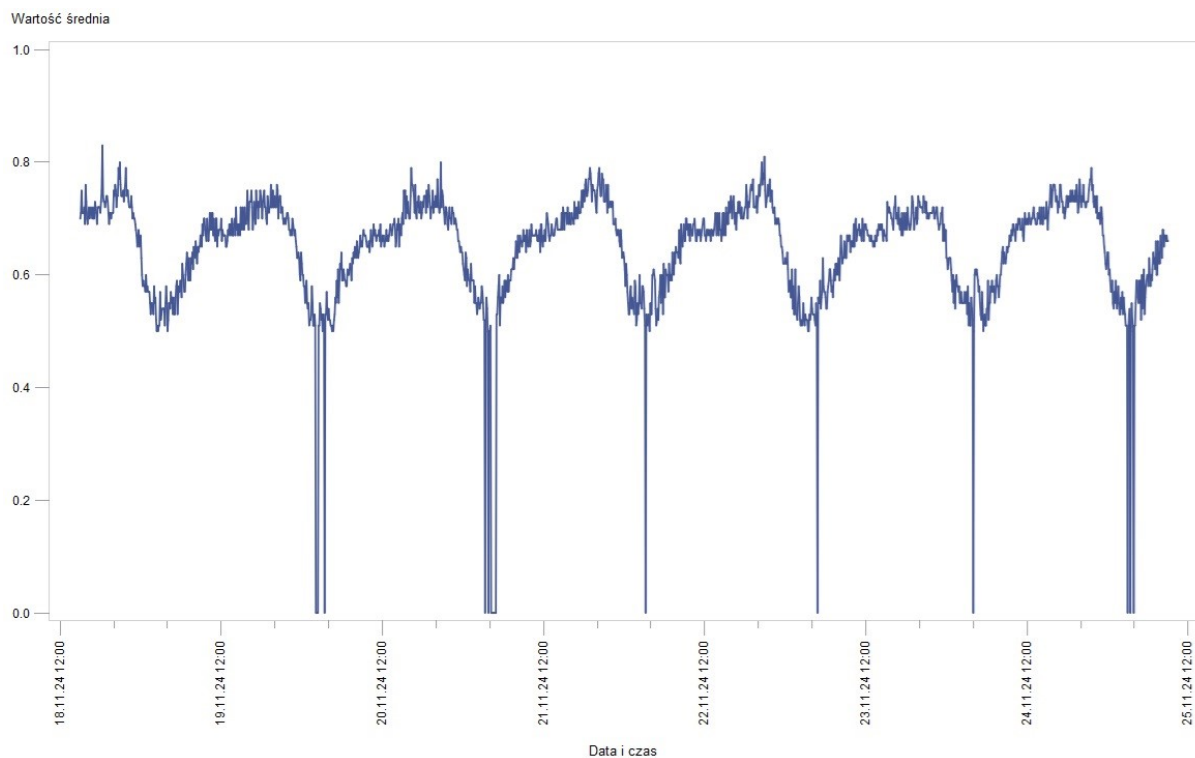


a)

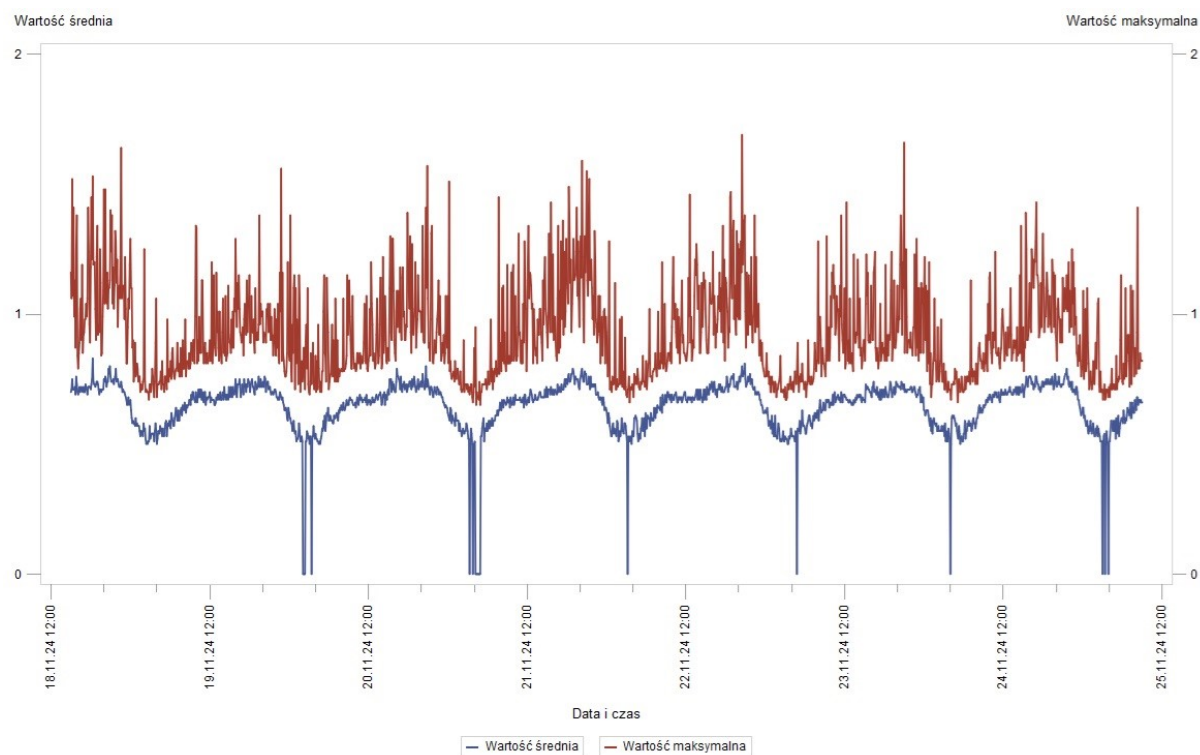


b)

Rys. 13 Wyniki pomiarów – Gdynia: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne



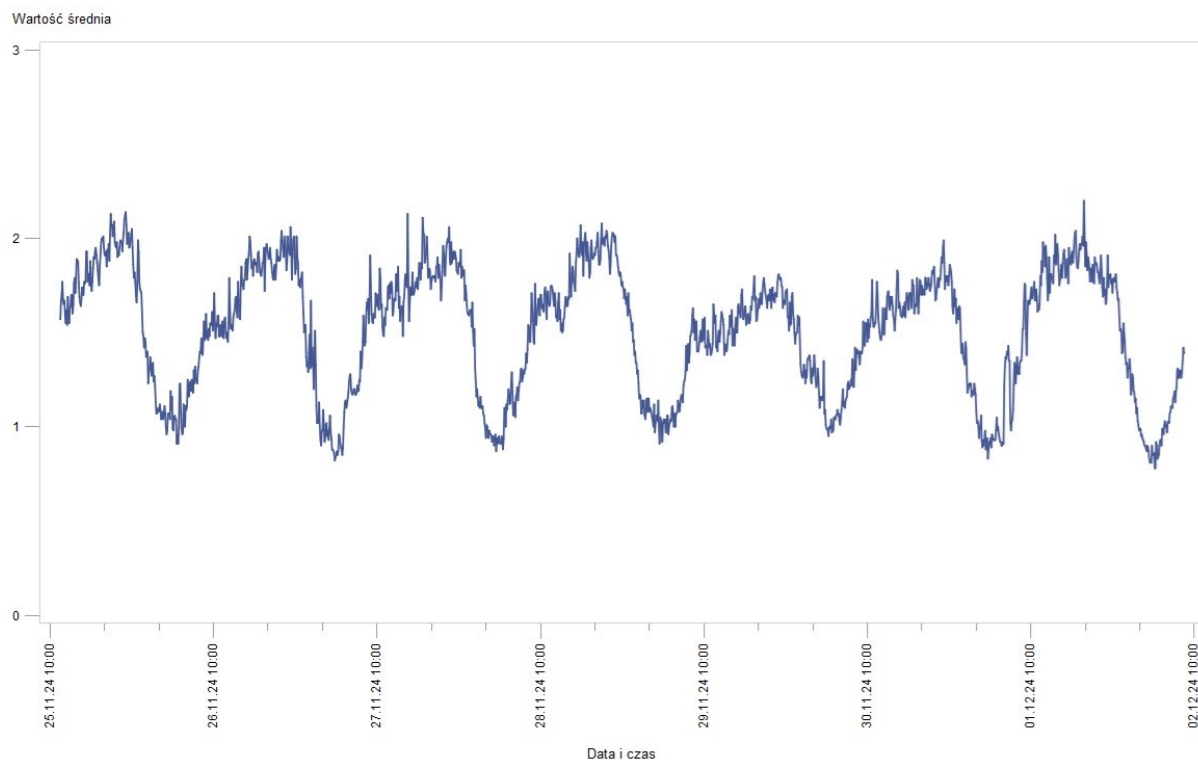
a)



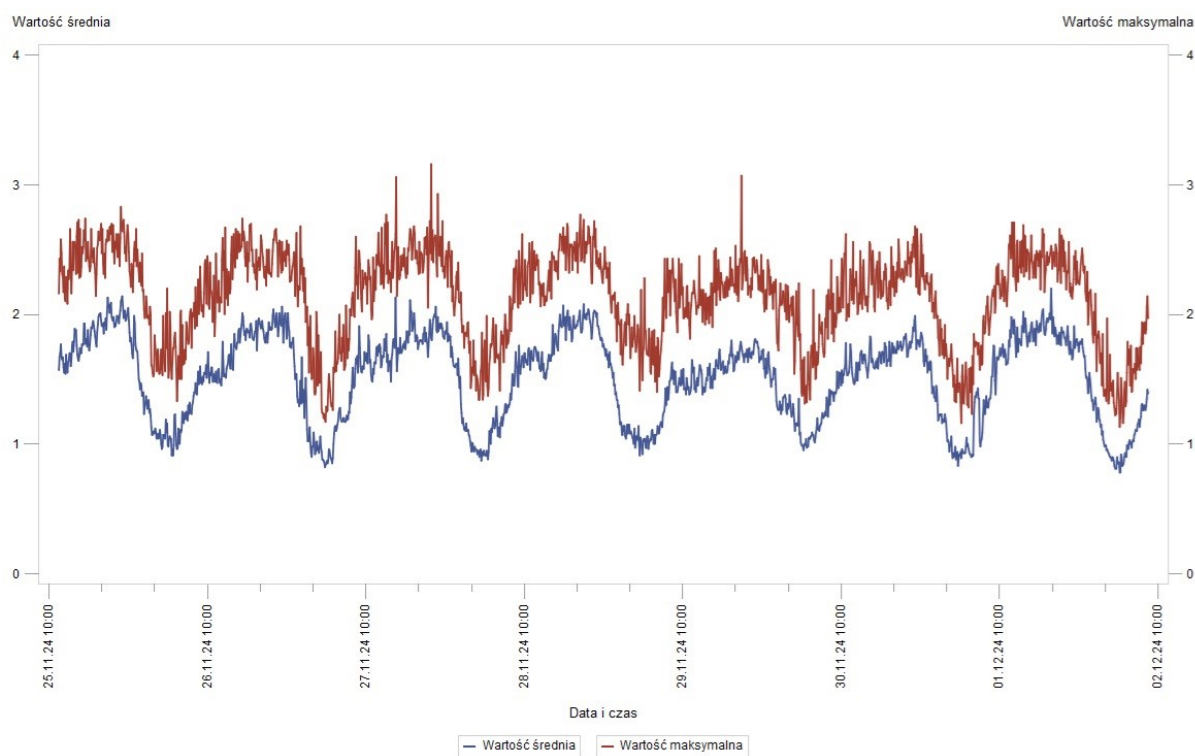
b)

Rys. 14 Wyniki pomiarów – Włocławek: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne



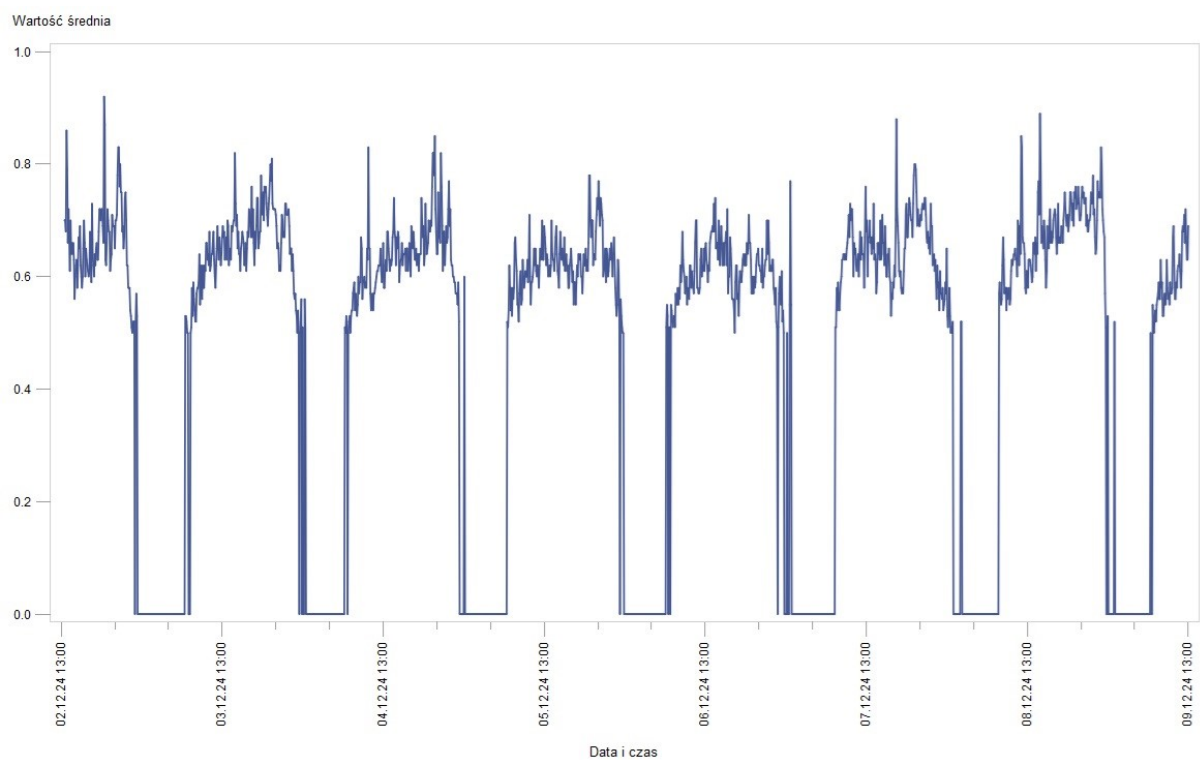


a)

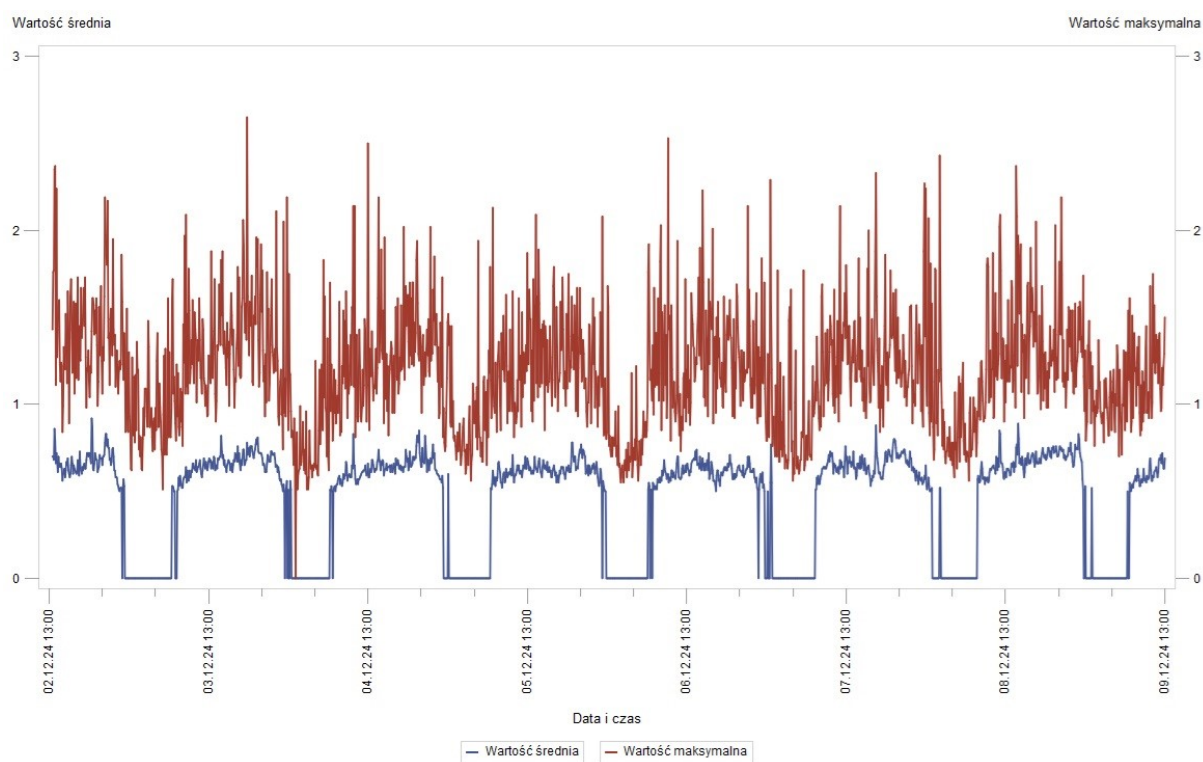


b)

Rys. 15 Wyniki pomiarów – Płock: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne

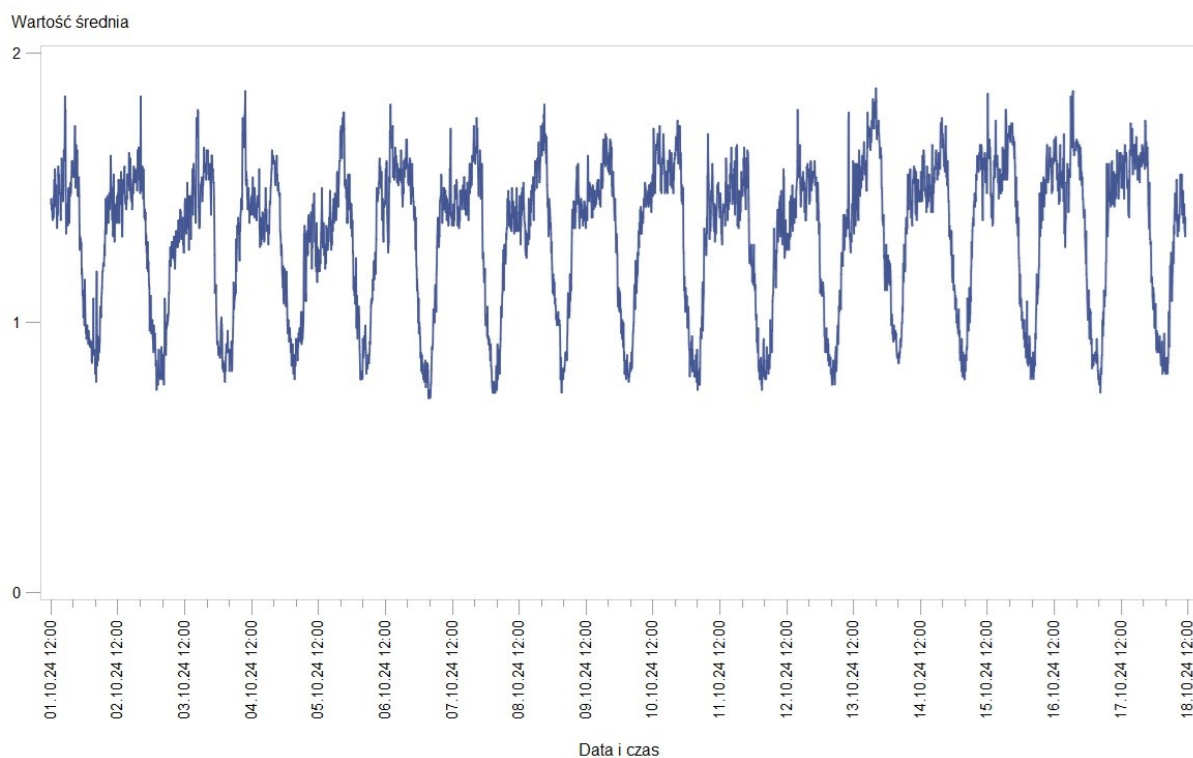


a)

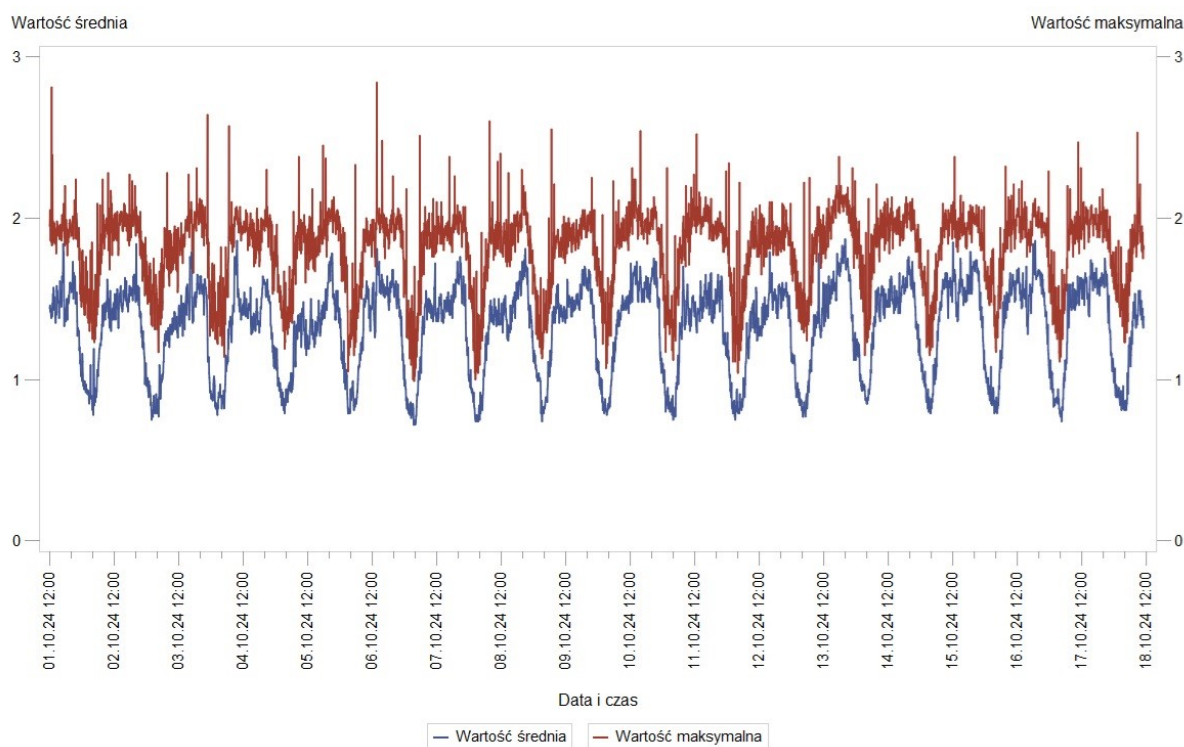


b)

Rys. 16 Wyniki pomiarów – Piła: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne

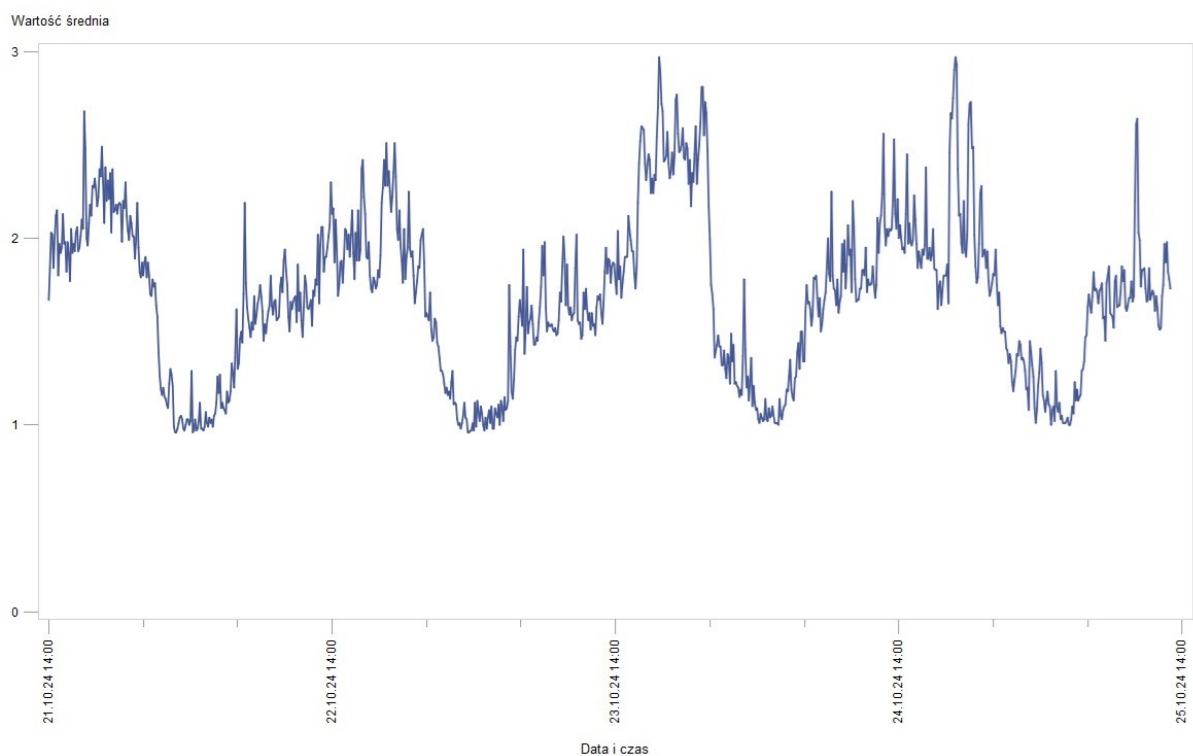


a)

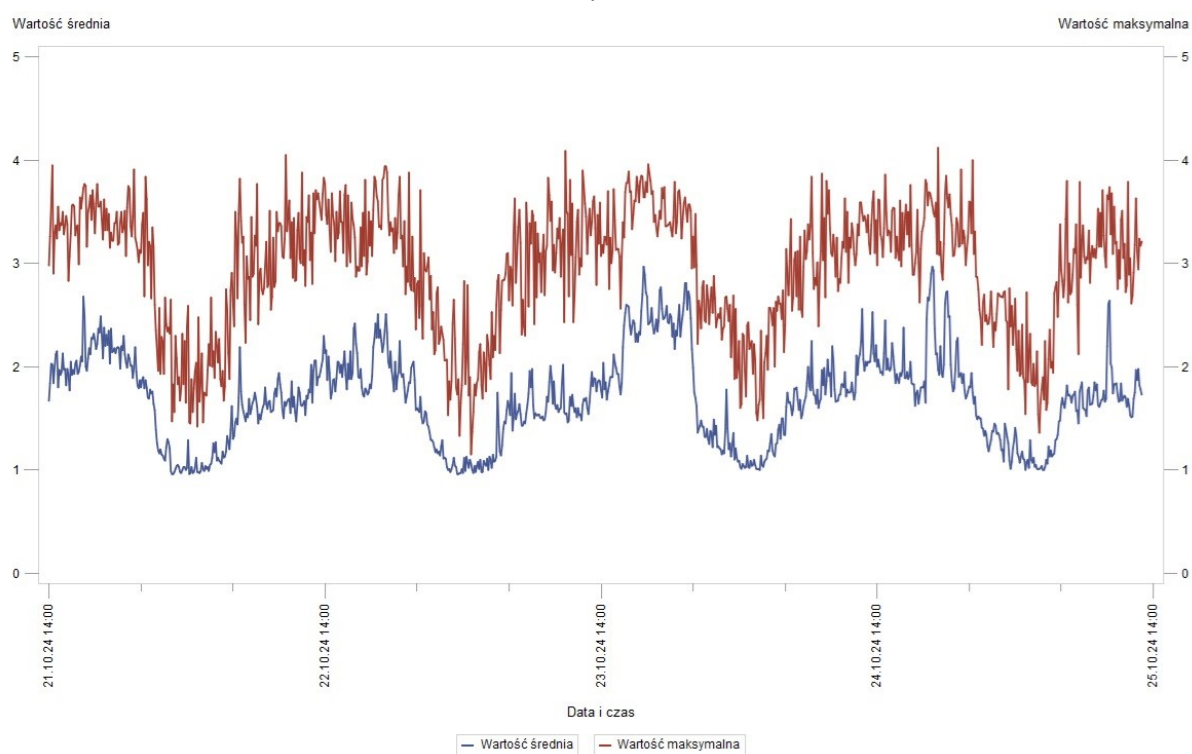


b)

Rys. 17 Wyniki pomiarów – Szczecin: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne

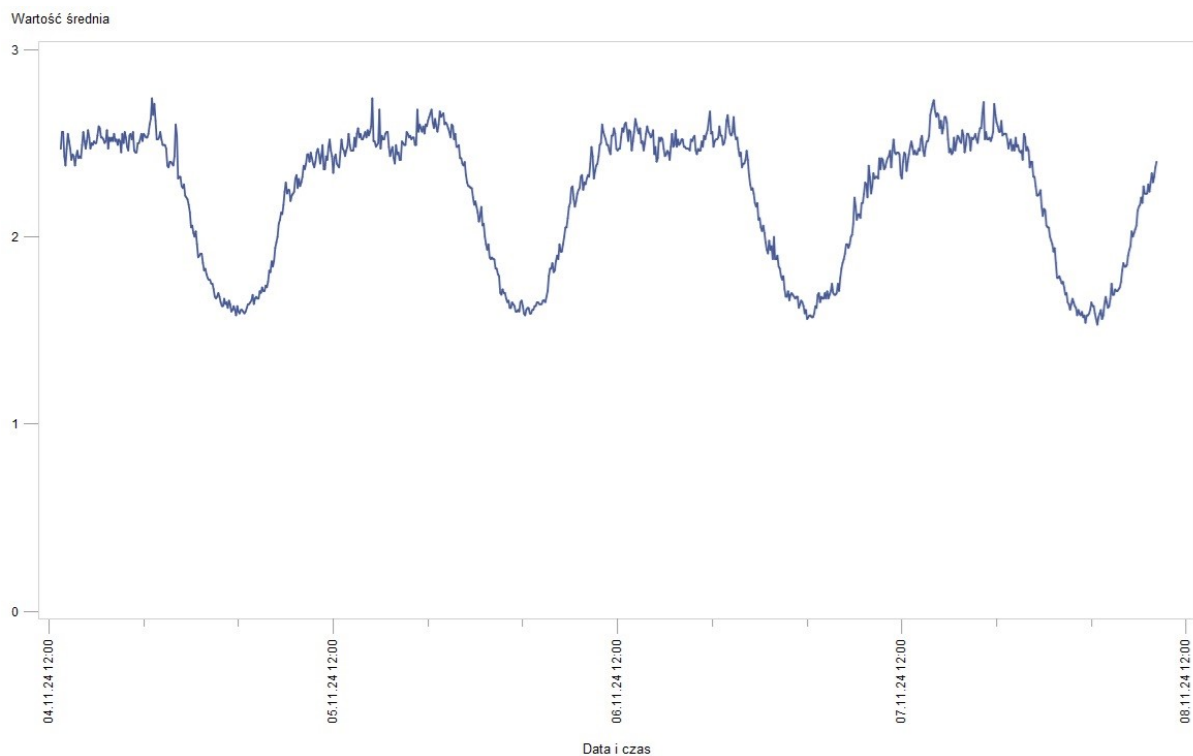


a)

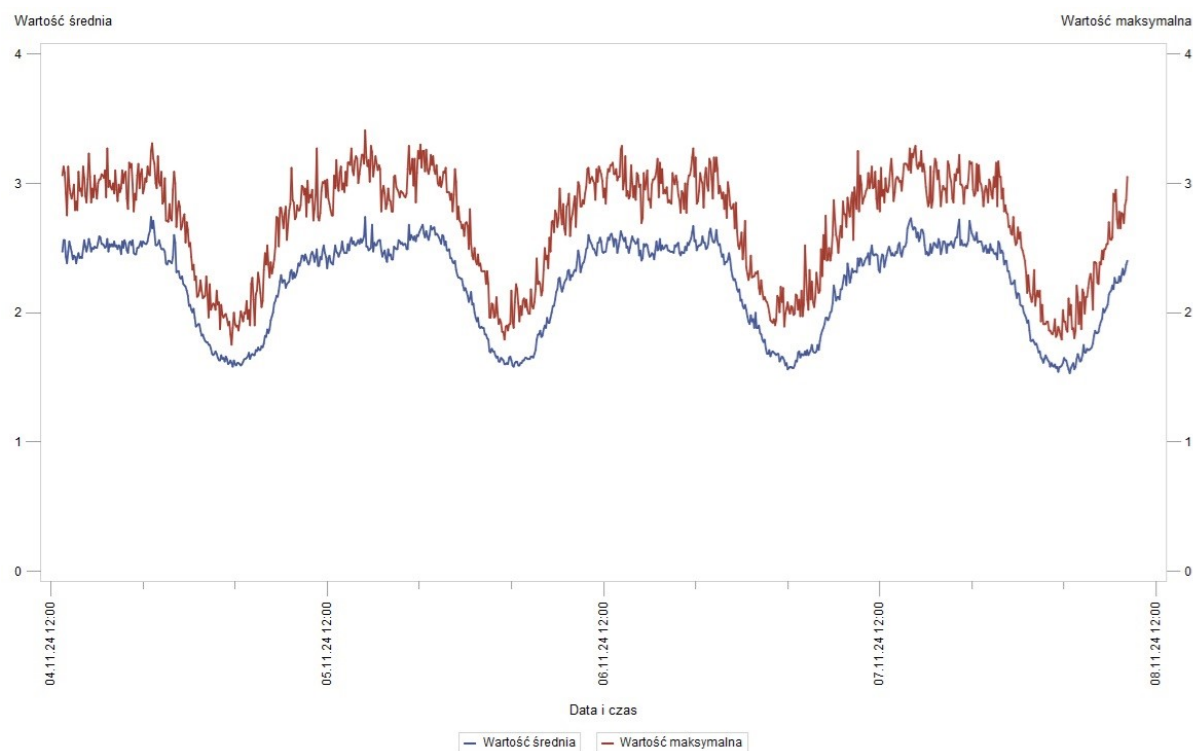


b)

Rys. 18 Wyniki pomiarów – Wrocław: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne

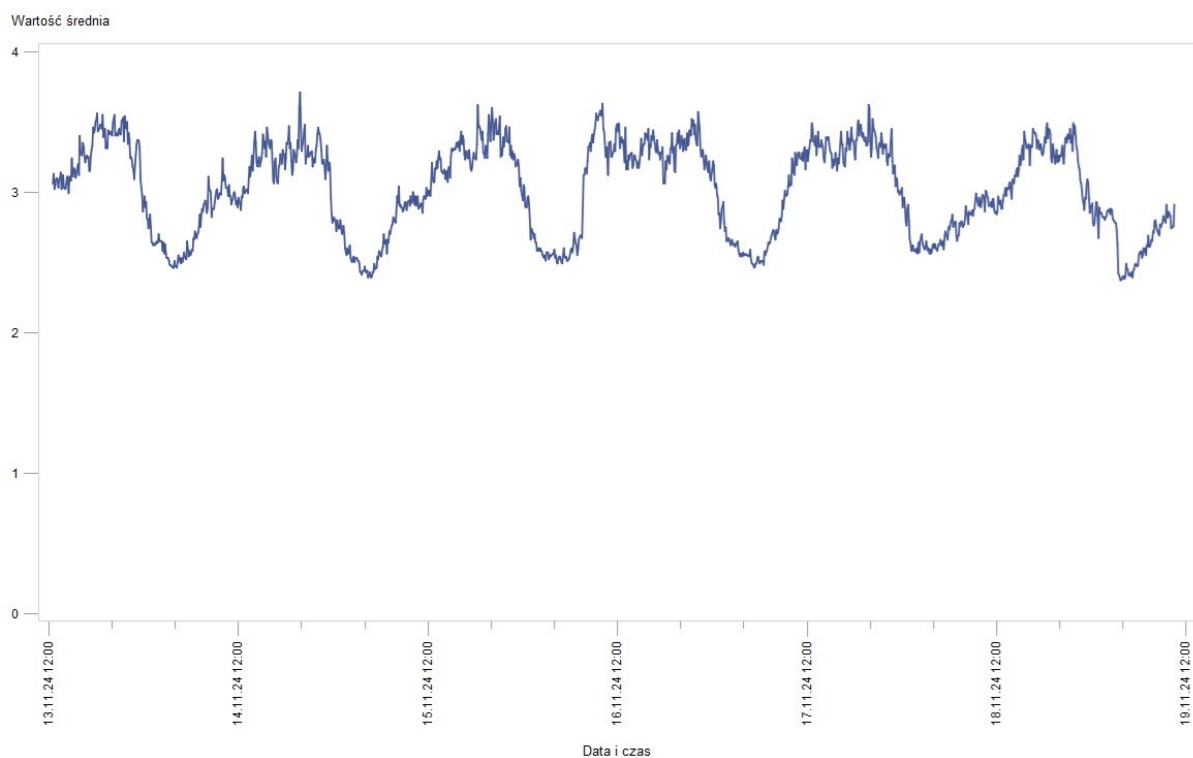


a)

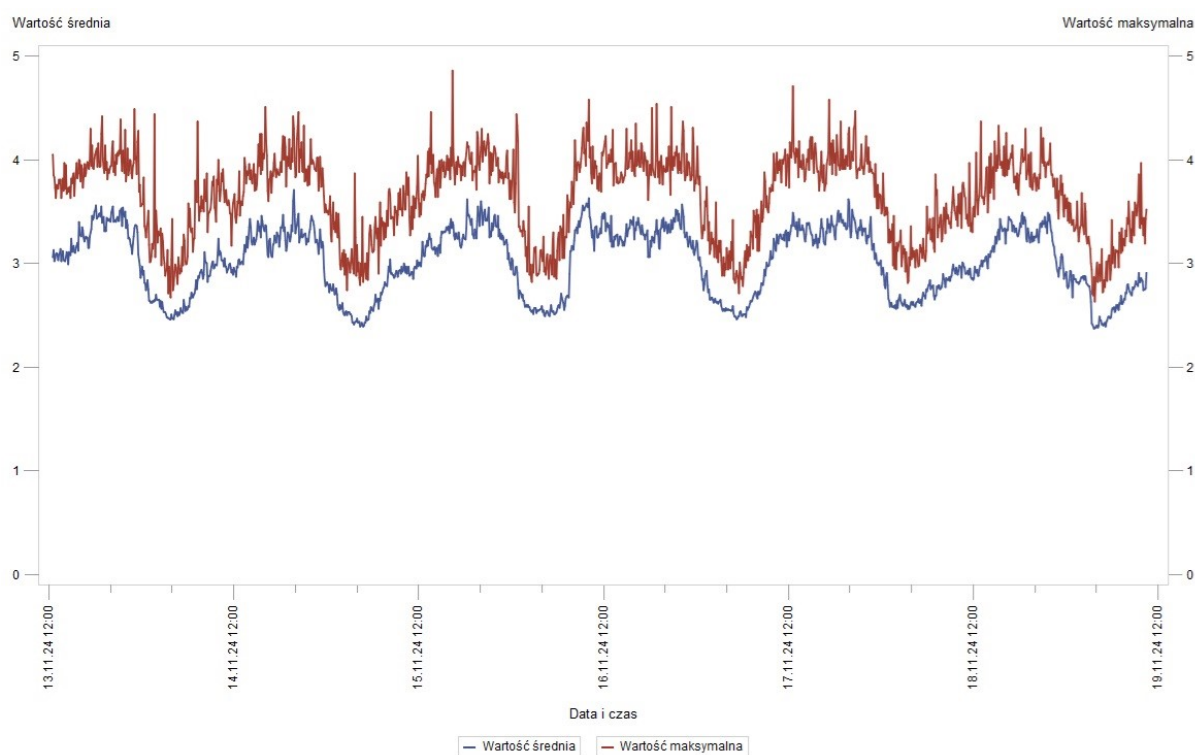


b)

Rys. 19 Wyniki pomiarów – Bytom: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne



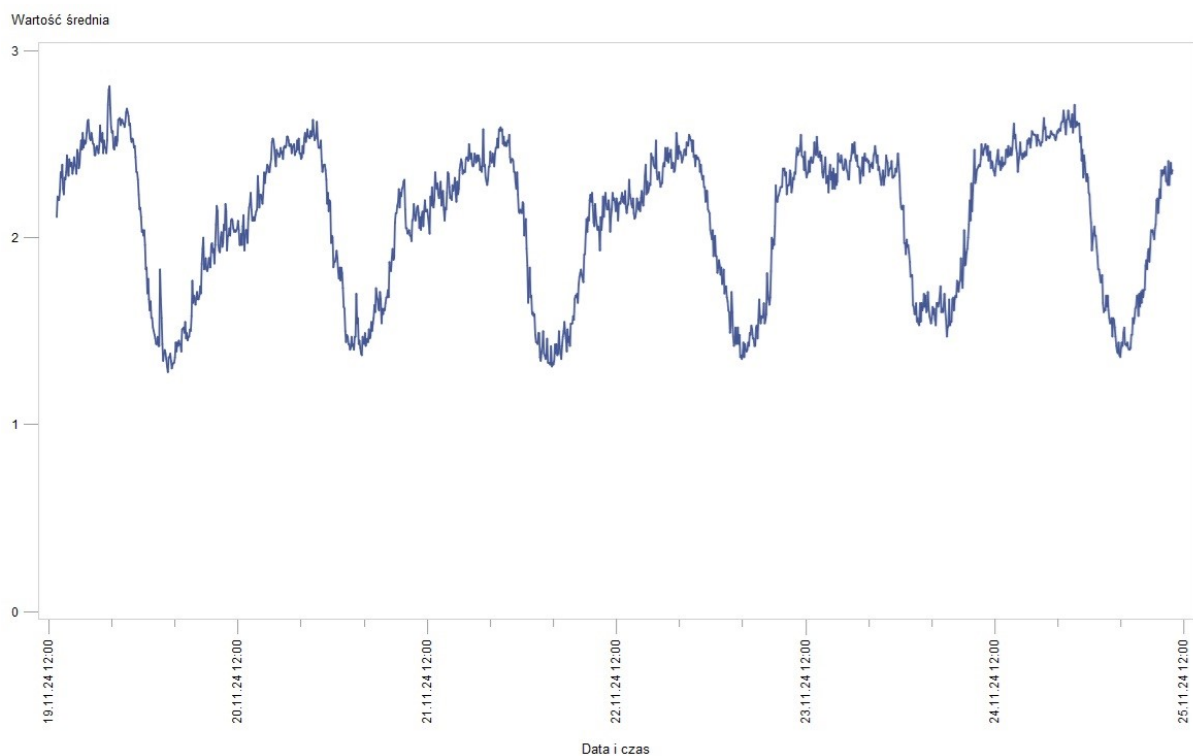
a)



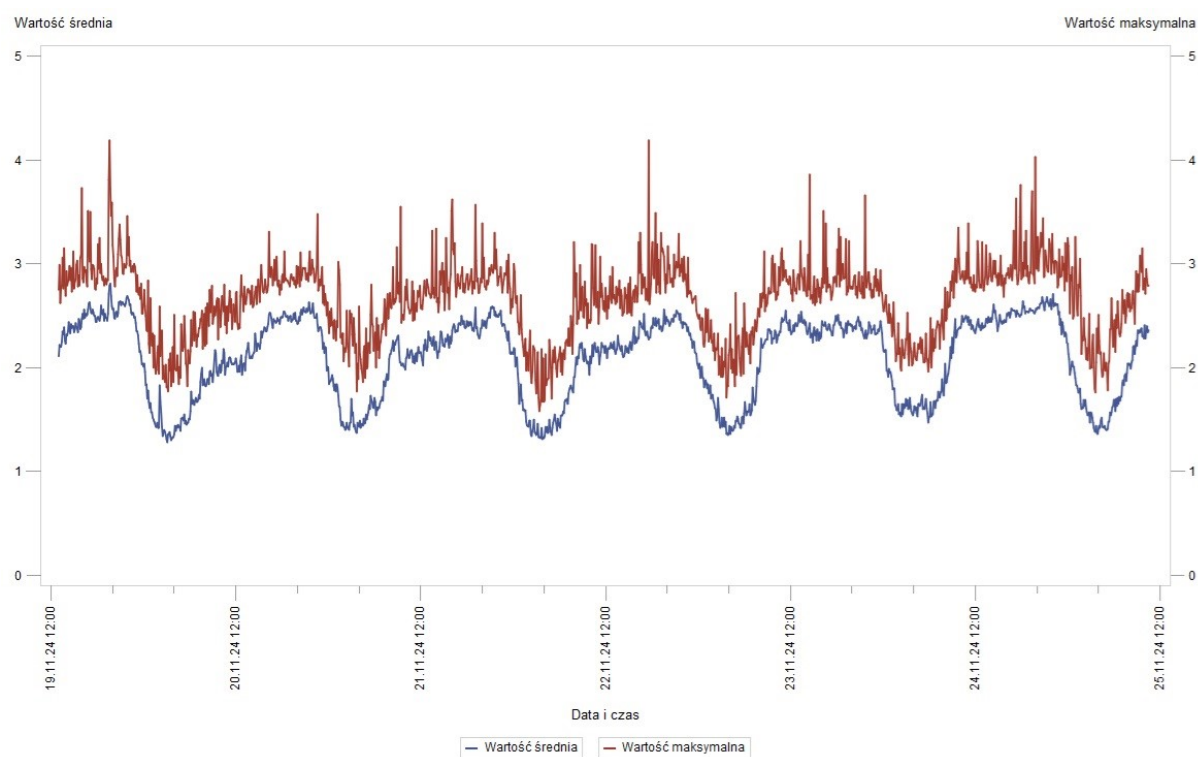
b)

Rys. 20 Wyniki pomiarów – Sosnowiec: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne



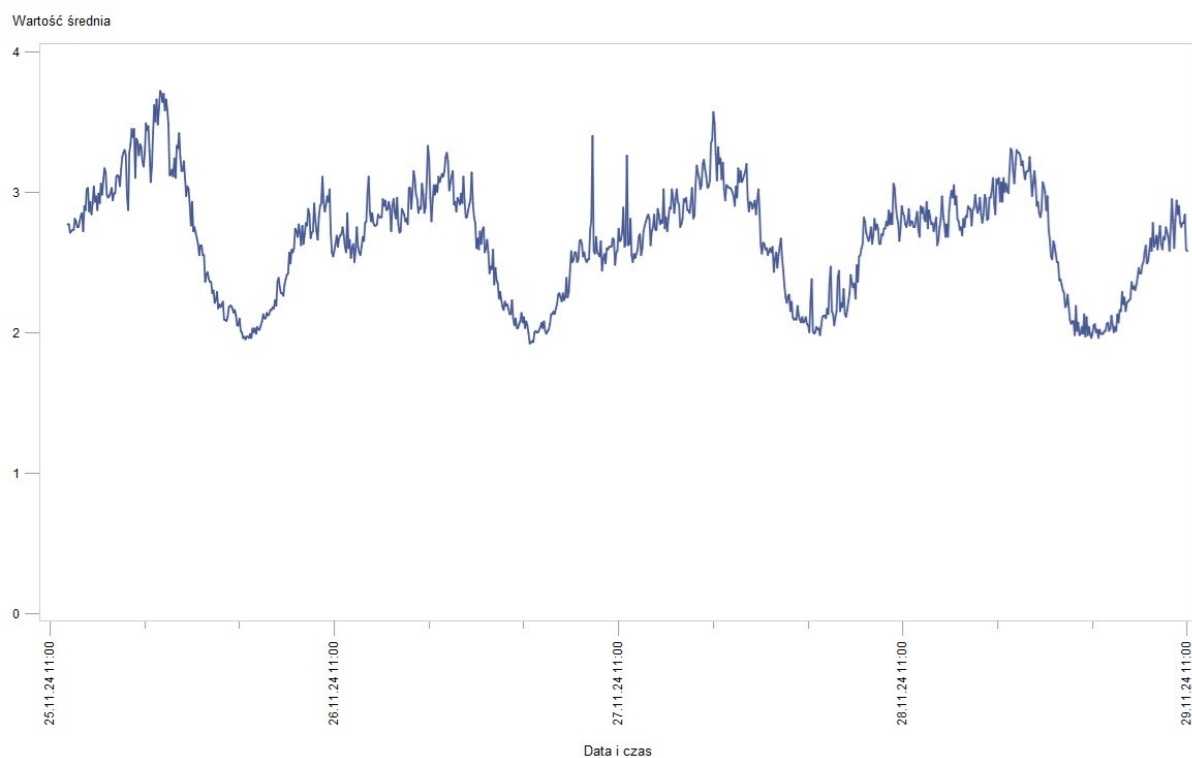


a)

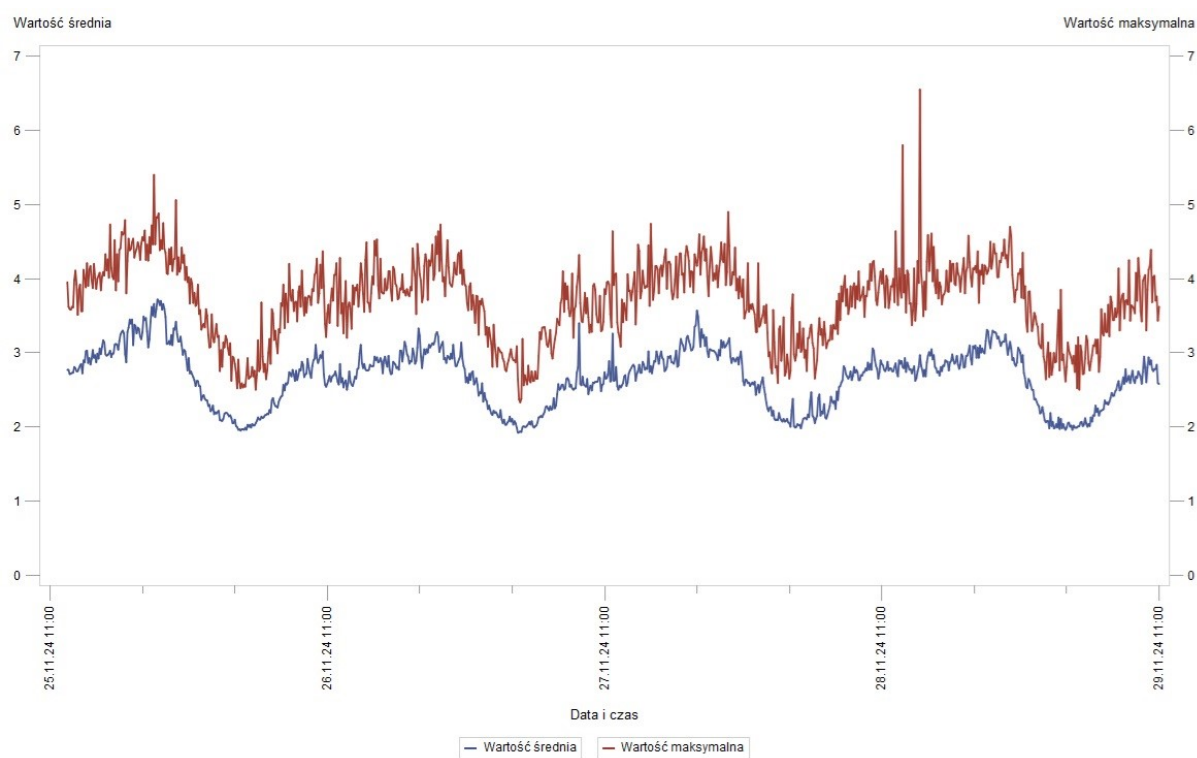


b)

Rys. 21 Wyniki pomiarów – Tarnowskie Góry: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne

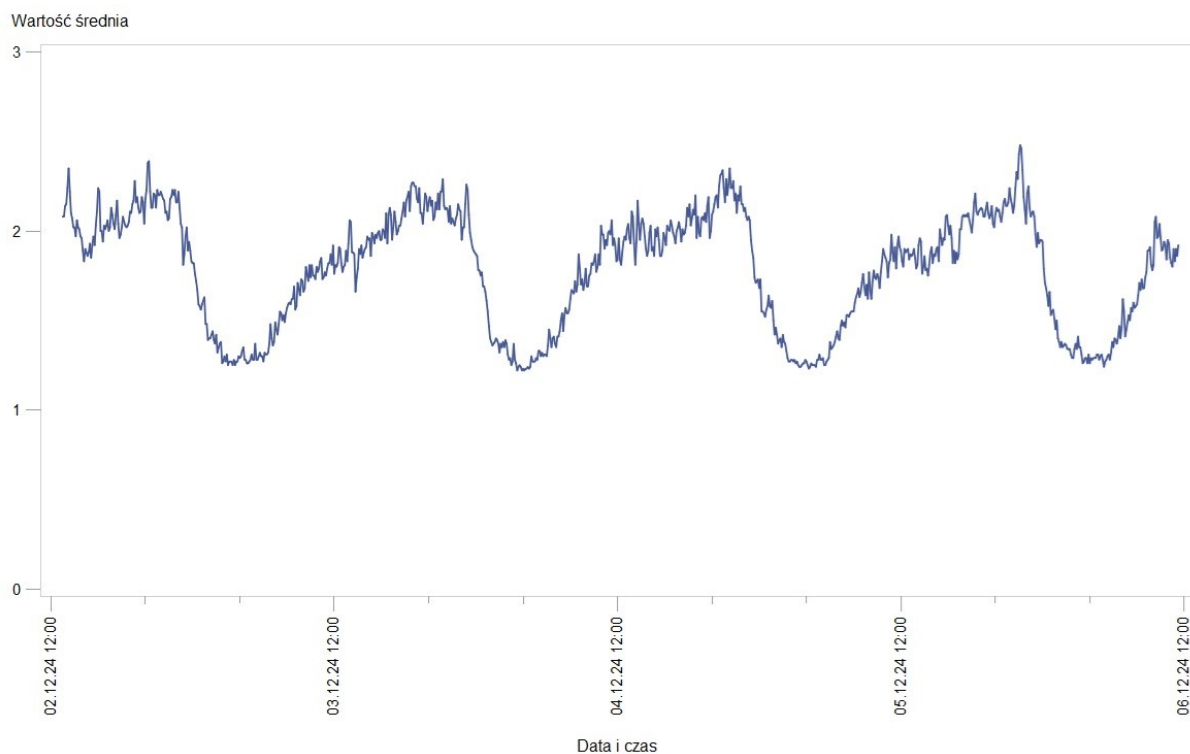


a)

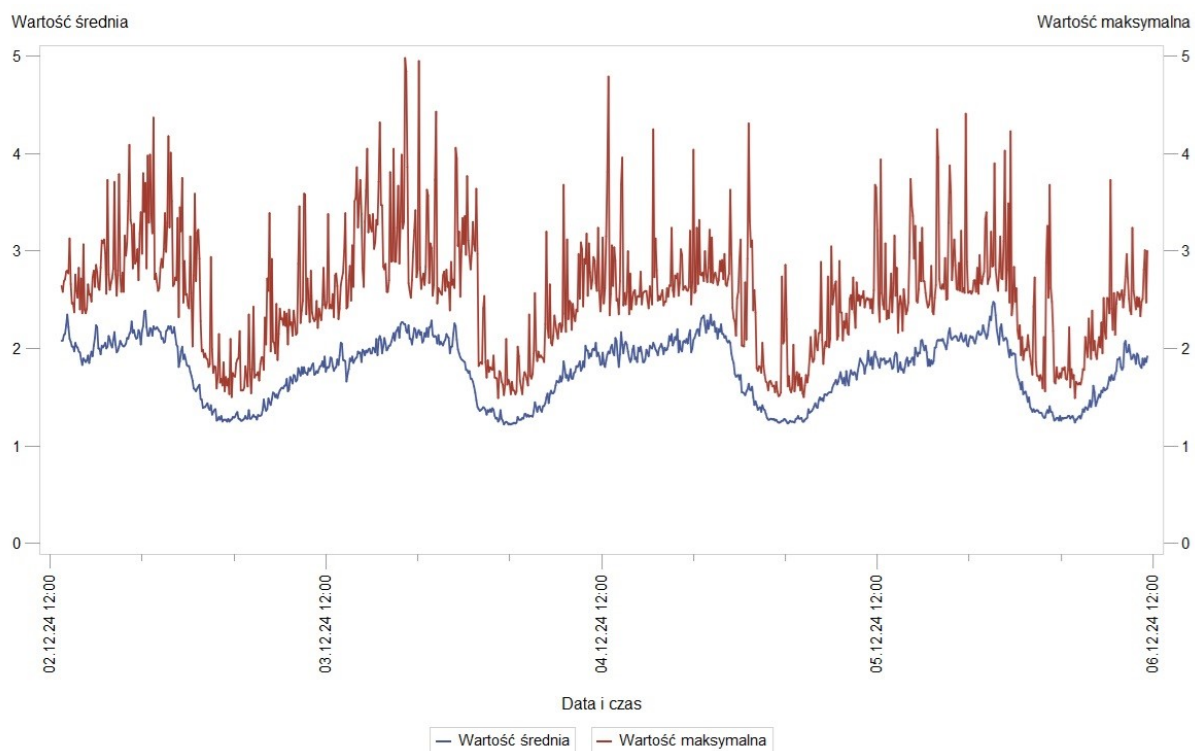


b)

Rys. 22 Wyniki pomiarów – Siemianowice Śląskie: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne

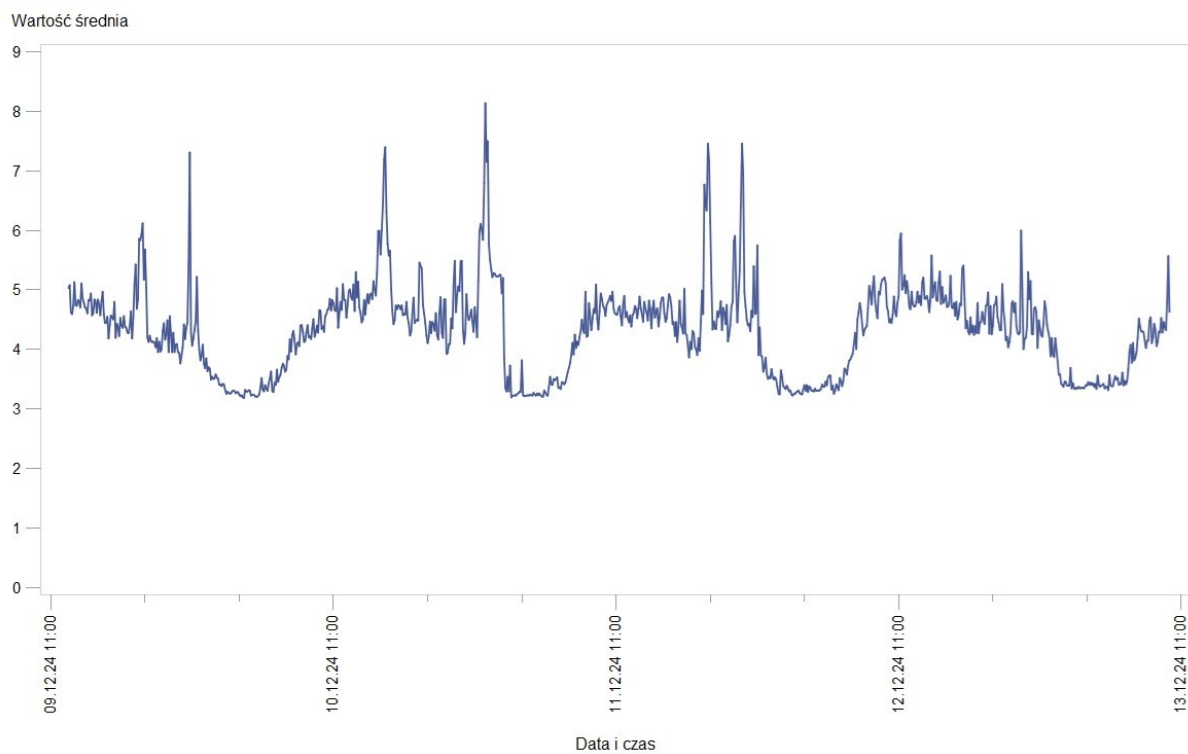


a)

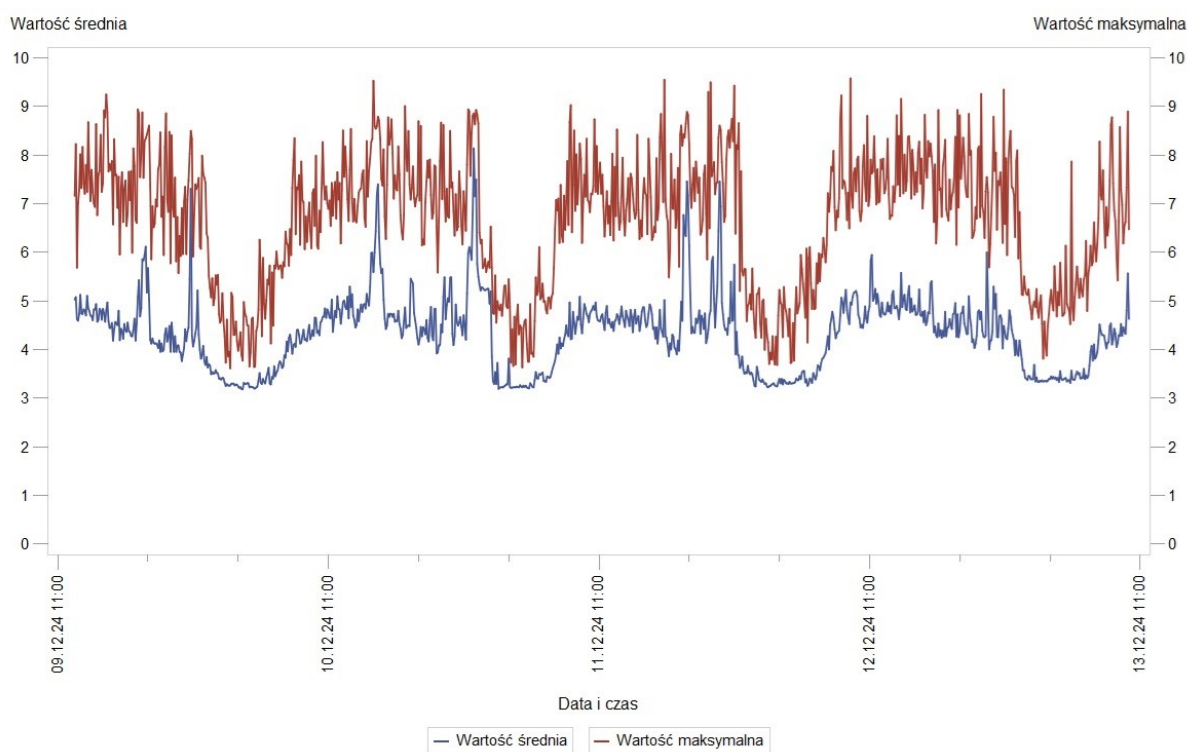


b)

Rys. 23 Wyniki pomiarów – Poznań: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne

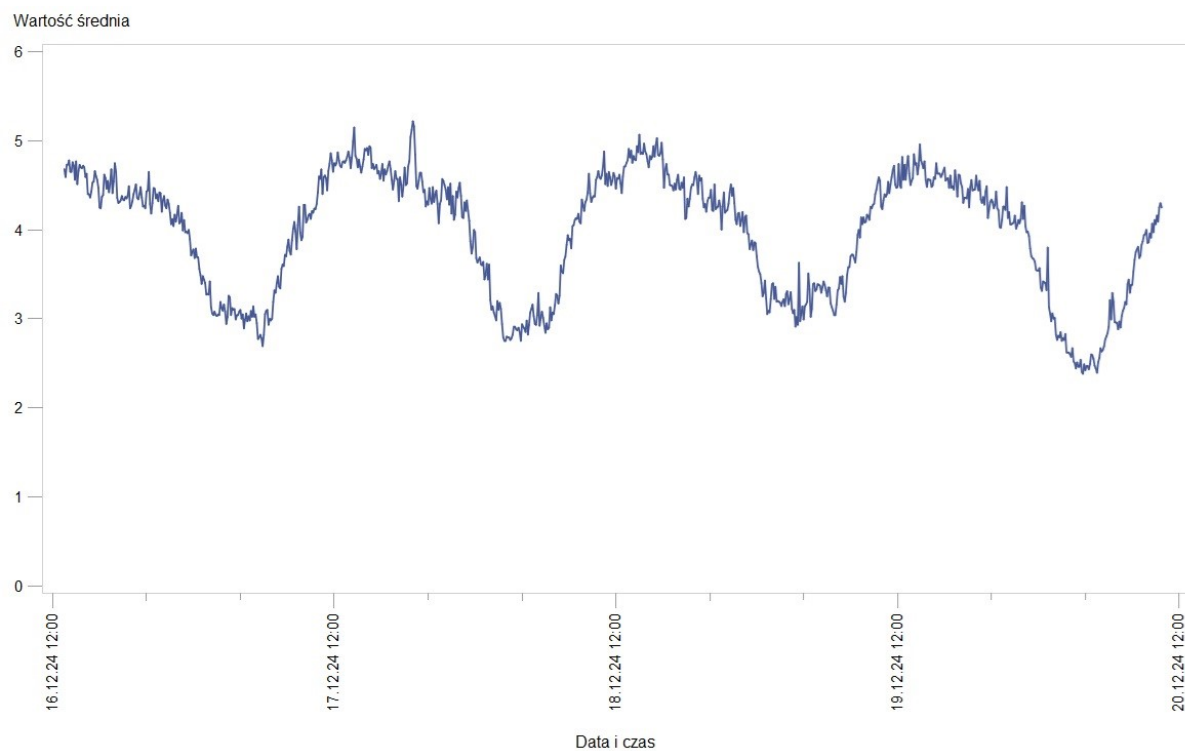


a)

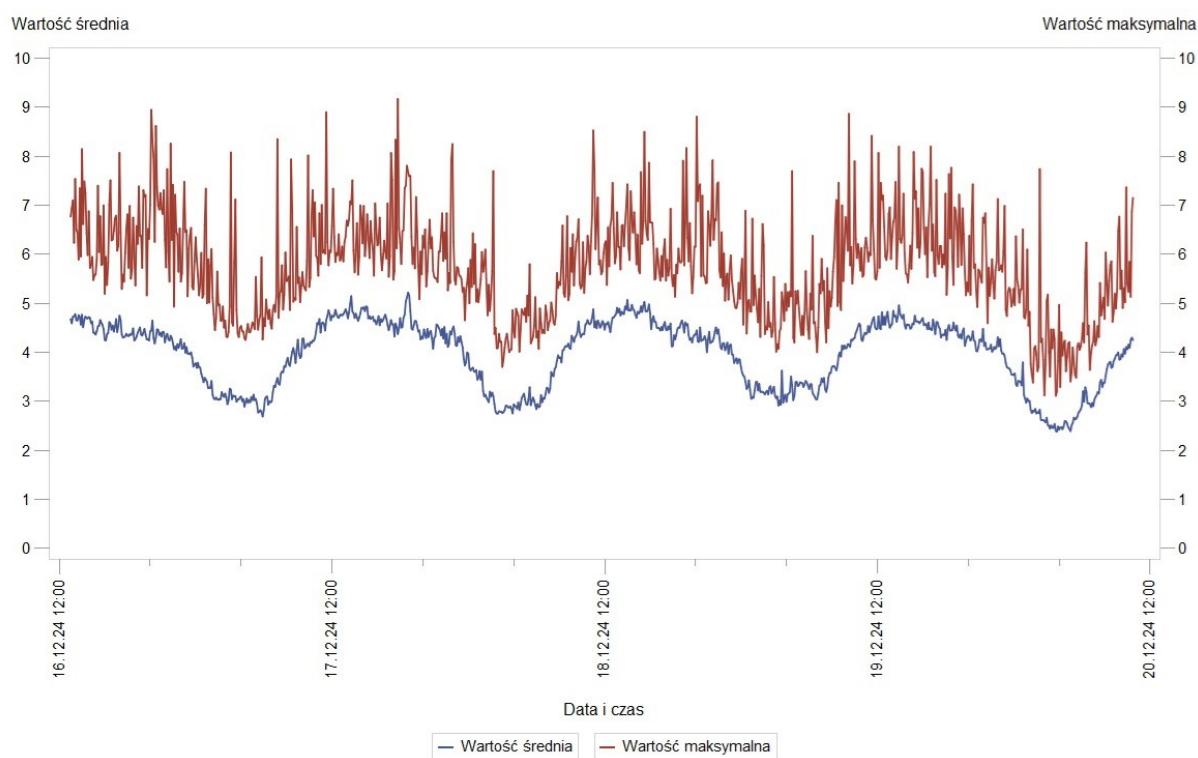


b)

Rys. 24 Wyniki pomiarów – Wałbrzych: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne



a)



b)

Rys. 25 Wyniki pomiarów – Katowice: (a) wartości średnie, (b) wartości średnie i maksymalne

## 7. ZESTAWIENIE WYNIKÓW MONITORINGU Z 2023 I 2024

W Tabl. 5 oraz na Rys. 26 przedstawiono zestawienie wyników monitoringu szerokopasmowego i selektywnego przeprowadzonego w poszczególnych lokalizacjach w roku 2023 oraz w roku 2024. Wyniki monitoringu selektywnego wyróżnione zostały kolorem zielonym. Zestawienie to nie pozwala na dokonanie porównań gdyż monitoring w poszczególnych miastach każdorazowo prowadzony był w różnych lokalizacjach. Jedynie w przypadku Pruszkowa badania prowadzone były w tej samej lokalizacji, w roku 2023 były to badania selektywne, w roku 2024 szerokopasmowe.

Zestawienie najwyższych średnich wartości natężania pola elektromagnetycznego (RMS) zarejestrowanych w poszczególnych lokalizacjach wskazuje na nieznaczne zróżnicowanie wyników oraz brak istotnych zmian w wynikach z roku 2023 i 2024.

Jedynymi odstępstwami są przypadki dwóch lokalizacji (w Wałbrzychu i w Katowicach), dla których wyniki monitoringu szerokopasmowego z 2024, pozostając w dopuszczalnych granicach, dość znacząco różnią się od wyników z roku 2023. Były to:

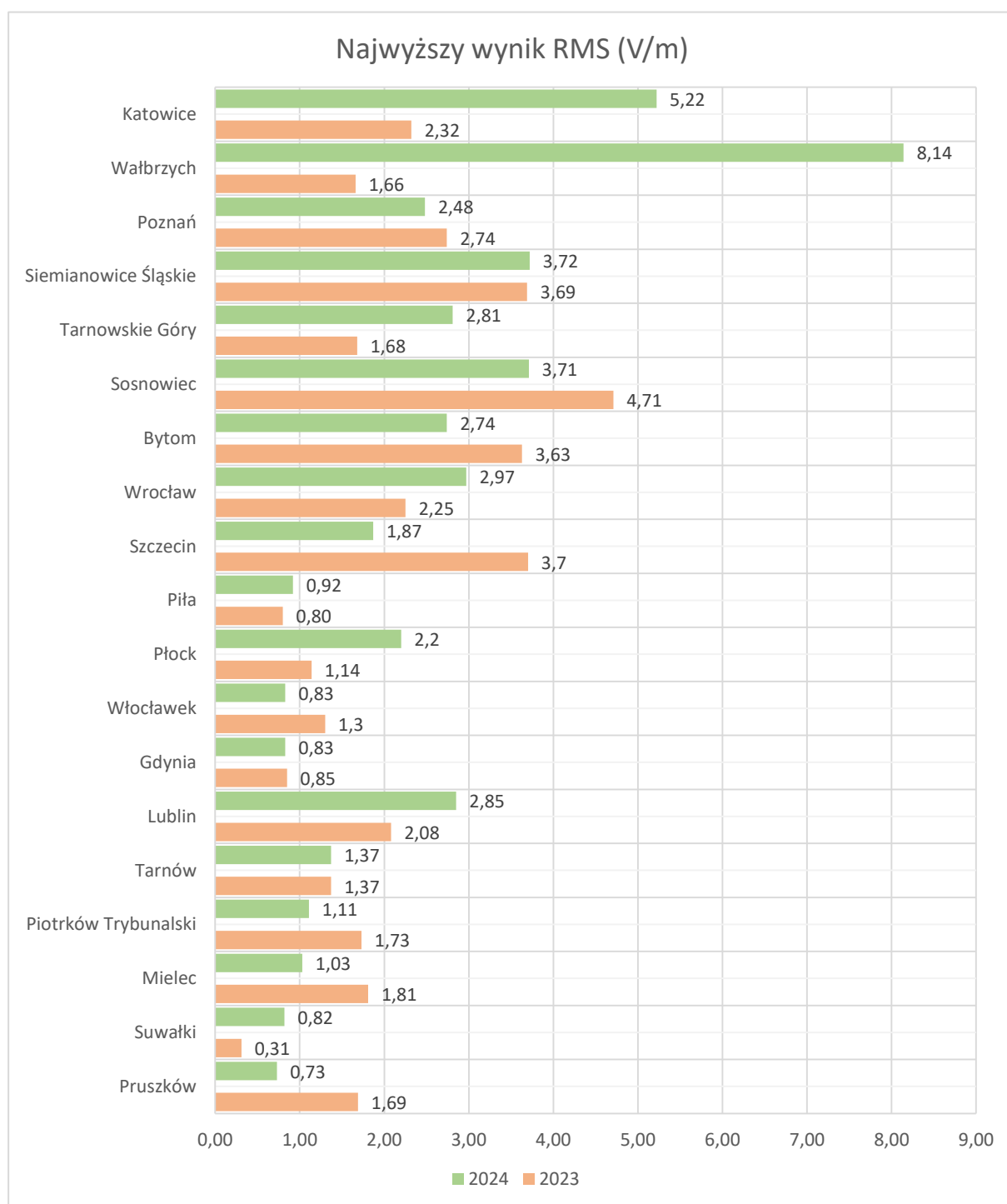
- lokalizacja w Wałbrzychu, w której stacja monitorująca zaistalowana była na parapecie okiennym jednego z pomieszczeń budynku, a w najbliższym otoczeniu lokalizacji znajdowały się trzy instalacje SBTk, z czego jedna w odległości 15 m od dachu budynku;
- lokalizacja w Katowicach, w otoczeniu której znajdowało się pięć instalacji SBTk, w odległościach: 60 m, 80 m i 150 m.

Tabl. 5. Zestawienie wyników monitoringu z roku 2023 i 2024

| Lp. | Miasto               | Najwyższy wynik RMS (V/m) |      |
|-----|----------------------|---------------------------|------|
|     |                      | 2023                      | 2024 |
| 1.  | Pruszków             | 1,69                      | 0,73 |
| 2.  | Suwałki              | 0,31                      | 0,82 |
| 3.  | Mielec               | 1,81                      | 1,03 |
| 4.  | Piotrków Trybunalski | 1,73                      | 1,11 |
| 5.  | Tarnów               | 1,37                      | 1,37 |
| 6.  | Lublin               | 2,08                      | 2,85 |
| 7.  | Gdynia               | 0,85                      | 0,83 |
| 8.  | Włocławek            | 1,30                      | 0,83 |
| 9.  | Płock                | 1,14                      | 2,2  |
| 10. | Piła                 | 0,80                      | 0,92 |
| 11. | Szczecin             | 3,70                      | 1,87 |
| 12. | Wrocław              | 2,25                      | 2,97 |
| 13. | Bytom                | 3,63                      | 2,74 |
| 14. | Sosnowiec            | 4,71                      | 3,71 |
| 15. | Tarnowskie Góry      | 1,68                      | 2,81 |



| Lp. | Miasto               | Najwyższy wynik RMS (V/m) |      |
|-----|----------------------|---------------------------|------|
|     |                      | 2023                      | 2024 |
| 16. | Siemianowice Śląskie | 3,69                      | 3,72 |
| 17. | Poznań               | 2,74                      | 2,48 |
| 18. | Wałbrzych            | 1,66                      | 8,14 |
| 19. | Katowice             | 2,32                      | 5,22 |



Rys. 26 Zestawienie wyników monitoringu z roku 2023 i 2024



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

[gov.pl/instytut-laczności](http://gov.pl/instytut-laczności)

