



Instytut Łączności

PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

LABORATORIUM BADAŃ EMC

UL. SWOJCZYCKA 38, 51-501 WROCŁAW

tel.: (+48) 71 36 99 853 faks: (+48) 71 37 28 878

e-mail: lb-emc@il-pib.pl www.il-pib.pl/emc-badania



AB 666



Sprawozdanie nr 0110101010/RLAN_OPO01

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ

poziomów natężenia pola elektrycznego
wytwarzanego przez punkty dostępowe RLAN,
wykonanych w ramach umowy nr 1/DT/2020 z dnia 13 lipca 2020 r.

WROCŁAW

2020

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ

Nr 0110101010/RLAN_OPO01

1. Laboratorium prowadzące badania

Instytut Łączności – PIB, Laboratorium Badań EMC (LB-EMC), ul. Swojczycka 38, 51-501 Wrocław, Polska. tel.: (+48) 71 36 99 853 faks: (+48) 71 37 28 878 e-mail: lb-emc@il-pib.pl

2. Zleceniodawca badań

Ministerstwo Cyfryzacji, ul. Królewska 27, 00-060 Warszawa, Polska.
--

Umowa:	nr 1/DT/2020 z dnia 13 lipca 2020 r.
--------	--------------------------------------

3. Przedmiot badań

Nazwa obiektu:	Punkty dostępne RLAN zainstalowane w pomieszczeniach budynku Szkoły Podstawowej nr 15 im. Królowej Jadwigi, ul. Małopolska 20, 45-301 Opole
----------------	---

4. Cel badań

Wykonanie pomiarów natężenia pola elektrycznego w środowisku z zastosowaniem metod opisanych w Rozporządzeniu Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r. (Dz. U. 2020 poz. 258) w otoczeniu punktów dostępowych radiowej sieci lokalnej (RLAN) zainstalowanych w pomieszczeniach budynku wymienionego w p. 3, w pionach pomiarowych wyznaczonych w miejscach dostępnych dla ludności.

Uwaga 1: Odstępstwo od metodyki zdefiniowanej w ww. Rozporządzeniu Ministra Klimatu ogranicza przydatność uzyskanych wyników badań do celów regulowanych przepisami prawa, w tym oceny zgodności natężenia pola elektrycznego w otoczeniu punktów dostępowych RLAN z dopuszczalnymi poziomami pól elektromagnetycznych w środowisku określonymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. (Dz. U. 2019 poz. 2448).

5. Normy i wymagania

- a) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2019 poz. 2448).
- b) Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r. w sprawie sposobów sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2020 poz. 258).
- c) PN-EN 50492:2009+A1:2014. Norma podstawowa dotycząca miejscowych pomiarów natężeń pól elektromagnetycznych związanych z ekspozycją ludzi w otoczeniu stacji bazowych. (EN 50492:2008+A1:2014, IDT)^{/*}.
^{/*} *Zastępowana przez PN-EN 62232:2018.*
- d) PN-EN 62232:2018. Wyznaczanie natężenia pola RF, gęstości mocy i SAR w otoczeniu radiokomunikacyjnych stacji bazowych dla oceny poziomu ekspozycji człowieka. (EN 62232:2017, IEC 62232:2017, IDT).
- e) PN-EN IEC 62311:2020. Ocena urządzeń elektronicznych i elektrycznych w odniesieniu do ograniczeń ekspozycji ludności w polach elektromagnetycznych (od 0 Hz do 300 GHz). (EN IEC 62311:2020, IEC 62311:2019, IDT).

6. Okres prowadzenia badań

Pomiary rozpoczęto: 30.09.2020 r.

Pomiary zakończono:..... 30.09.2020 r.

Analizę wyników pomiarów zakończono:..... 10.12.2020 r.

7. Miejsce badań

Budynek Szkoły Podstawowej nr 15 im. Królowej Jadwigi

Adres: ul. Małopolska 20, 45-301 Opole

8. Prowadzący badania

inż. Bartosz Głowacz,

Agnieszka Michałowska,

mgr inż. Jagoda Wierzbicka.

9. Dokumentacja badanej sieci RLAN

Dokumentacja uzyskana ze stron internetowych producentów punktów dostępowych:

- a. <https://www.tp-link.com/pl/business-networking/ceiling-mount-ap/eap115/#specifications>
- b. <http://www.asus.com/Networking-IoT-Servers/WiFi-Routers/ASUS-WiFi-Routers/RTN18U/>

10. Opis punktów dostępowych sieci RLAN

W budynku Szkoły Podstawowej nr 15 im. Królowej Jadwigi w Opolu znajduje się sześć punktów dostępowych RLAN. Oznakowanie modelu punktów dostępowych ustalono na podstawie dokumentacji fotograficznej.

- Punkt dostępowy model EAP115 (przyjęte oznakowanie: I,II,III,V,VI por. p. C w Załączniku nr 1):
 - producent: TP-Link;
 - wykonanie: zgodne z normą IEEE 802.11b/g/n
 - zakresy częstotliwości i deklarowana moc promieniowana nadajnika:
 - od 2400 MHz do 2483,5 MHz, e.i.r.p. $\leq 20,0$ dBm (100 mW).
- Punkt dostępowy model RT-N18U (przyjęte oznakowanie: IV por. p. C w Załączniku nr 1):
 - producent: Asus;
 - wykonanie: zgodne z normą IEEE 802.11b/g/n;
 - zakresy częstotliwości i deklarowana moc promieniowana nadajnika:
 - od 2400 MHz do 2483,5 MHz, e.i.r.p. $\leq 20,0$ dBm (100 mW).

11. Program badań

Wykonanie selektywnych pomiarów oraz obliczeń natężenia pola elektrycznego wytwarzanego przez punkty dostępowe RLAN w pasmach częstotliwości 2,4 GHz na wysokości od 0,3 m do 2 m, w wyznaczonych pionach pomiarowych. Lokalizacje pionów pomiarowych na korytarzach, oraz w innych pomieszczeniach budynku przedstawiono na Rys. 1a ÷ Rys. 1c w Załączniku nr 1.

12. Metoda i wyniki badań

Zgodnie z regulacjami obowiązującymi w UE mogą być używane urządzenia RLAN o następujących parametrach:

- w zakresie częstotliwości nadajnika i odbiornika od 2400 MHz do 2483,5 MHz, z równoważną mocą promieniowaną izotropowo (e.i.r.p.): $\leq 20,0$ dBm (100 mW)^{/*}; bez ograniczeń dotyczących miejsca instalacji wewnątrz lub na zewnątrz pomieszczeń.^{/**}
- w zakresie częstotliwości nadajnika i odbiornika od 5150 MHz do 5350 MHz, z równoważną mocą promieniowaną izotropowo (e.i.r.p.): $\leq 23,0$ dBm (200 mW)^{/*}; dopuszczalne stosowanie wyłącznie wewnątrz pomieszczeń.^{/**}
- w zakresie częstotliwości nadajnika i odbiornika od 5470 MHz do 5725 MHz z równoważną mocą promieniowaną izotropowo (e.i.r.p.): $\leq 30,0$ dBm (1 W)^{/*}; dopuszczalne stosowanie zarówno wewnątrz, jak również na zewnątrz pomieszczeń.^{/**}

^{/*} Maksymalna moc emisji nadajnika.

^{/**} Zgodnie z Decyzją ECC/DEC/(04)08 z dnia. 9.07.2004 r. z późn. zmianami.

Urządzenia RLAN wykorzystują kanały radiowe do nadawania i odbioru w trybie z podziałem czasu (TDD). Punkt dostępowy RLAN, nadaje zawsze w regularnych odstępach czasu ramkę sygnału identyfikującego sieć (*beacon frame*), niezależnie czy jest, czy nie jest, w trakcie sesji komunikacji danych z terminalem/terminalami. Po tym sygnale mogą być nadawane dane do terminali, następnie odbierane dane z terminali. Współczynnik wypełnienia emisji definiowany jako stosunek czasu nadawania (T_{TX}) do okresu powtarzania ramki sygnału identyfikacji (T_{BEACON}), a więc także średnia moc emisji, zmienia się zależnie od aktualnego ruchu w sieci. Jednakże moc średnia emisji punktu dostępowego, niezależnie od obsługiwanego ruchu jest zawsze mniejsza od szczytowej mocy emisji zmierzonej podczas ramki sygnału identyfikacji sieci. Zatem wyniki pomiaru określone na podstawie mocy sygnału identyfikującego sieć są zawsze przyjmowane z nadmiarem.

Zgodnie z Tabelą 2 w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku, w zakresie częstotliwości od 10 MHz do 300 GHz parametrem charakteryzującym pole elektromagnetyczne może być wartość natężenia pola elektrycznego (E), natężenia pola magnetycznego (H), albo gęstość mocy pola elektromagnetycznego (S). W niniejszym sprawozdaniu jako parametr charakteryzujący pole elektromagnetyczne o częstotliwościach wytwarzanych przez instalacje antenowe badanej stacji bazowej oraz inne źródła emisji przyjęto wartość skuteczną natężenia pola elektrycznego E [V/m].

Wartość dopuszczalna natężenia pola elektrycznego określona w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r., w zakresie częstotliwości 2 GHz ÷ 300 GHz wynosi: $E = 61$ V/m.

Zgodnie z metodyką opisaną w ww. Rozporządzeniu Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r. w wybranych lokalizacjach pomiary wykonano przemieszczając antenę przyrządu pomiarowego wzdłuż linii pionowej (w pionie pomiarowym) w punktach pomiarowych położonych na wysokościach od 0,3 m do 2 m nad powierzchnią podłogi, przyjmując i notując jako wyniki pomiarów w danej lokalizacji maksymalne poziomy poszczególnych, zidentyfikowanych składowych pola elektrycznego E_{zm} [V/m].

Pomiary natężenia pola elektrycznego E_{zm} wykonano za pomocą selektywnego miernika promieniowania (*Selective Radiation Meter*) firmy Narda Safety Solutions GmbH model SRM-3006, wyposażonego w izotropową antenę do pomiaru składowej pola elektrycznego model 3502/01.

Nastawy miernika SRM-3006 zastosowane do pomiaru natężenia pola elektrycznego wytwarzanego przez punkty dostępowe RLAN opisano w p. 12.1. Metodę oszacowania niepewności pomiaru opisano w p. 12.2.

12.1. Punkty dostępowe RLAN

Przyjęte granice zakresów częstotliwości przeznaczonych dla punktów dostępowych RLAN podano w Tabeli 1.

Tabela 1: Zakresy częstotliwości przeznaczone dla punktów dostępowych RLAN

Lp.	F _{min}	F _{max}
	[MHz]	[MHz]
1.	2400,0	2483,5
2.	5150,0	5350,0
3.	5470,0	5725,0

Nastawy miernika model SRM-3006 do pomiarów natężenia pola:

Wykorzystano domniemane nastawy miernika wynikające z przyjętych do badań zakresów częstotliwości.

12.2. Oszacowanie niepewności pomiaru

Oszacowaną niepewności pomiarów wykonanych za pomocą stosowanego przyrządu firmy Narda składającego się z:

- selektywnego miernika natężenia pola model SRM-3006;
- izotropowej anteny pomiarowej do pomiaru składowej pola elektrycznego model 3502/01;

przedstawiono w Tabeli 2.

Tabela 2: Oszacowane wartości rozszerzonej niepewności pomiarów

Zakres częstotliwości	Rozszerzona niepewność pomiaru			
	+U [dB]	-U [dB]	+U [%]	-U [%]
2000 MHz < F < 4000 MHz	+2,5	-3,0	+33,0	-28,9
5000 MHz < F < 6000 MHz	+3,2	-4,5	+44,9	-40,3

13. Wykaz aparatury pomiarowej

Wykaz aparatury pomiarowej stosowanej w badaniach podano w Tabeli 3.

Tabela 3: Wykaz aparatury pomiarowej

Lp.	Nazwa	Model	Numer	Producent	Aktualne świadectwo wzorcowania
1.	Miernik temperatury i wilgotności	D3121	06910142	COMET	Tak
2a.	Selektywny miernik natężenia pola	SRM-3006	O-0024	Narda Safety Test Solutions GmbH	Tak
2b.	Izotropowa antena pomiarowa składowej pola elektrycznego	3501/01	G-0162		

14. Podsumowanie przeprowadzonych badań

Wyniki selektywnych pomiarów natężenia pola elektrycznego w otoczeniu punktów dostępowych RLAN, zainstalowanych w pomieszczeniach budynku Szkoły Podstawowej nr 15 im. Królowej Jadwigi w Opolu, z uwzględnieniem oszacowanej rozszerzonej niepewności pomiaru ($k = 2$) przedstawiono w Załączniku nr 1, który jest integralną częścią niniejszego sprawozdania. Wyniki te dotyczą sytuacji aktualnej w dniu przeprowadzenia pomiarów.

Badania wykonali:

Sprawozdanie sporządziła:

inż. Bartosz Głowacz *Głowacz* mgr inż. Joanna Kalina *Kalina*

Agnieszka Michałowska *Michałowska*

mgr inż. Jagoda Wierzbicka *Wierzbicka*

Sprawdził, zatwierdził i autoryzował:

Kierownik Laboratorium Badań EMC
odpowiedzialny za techniczną prawomocność sprawozdania

mgr inż. Marek Jermakowicz *M. Jermakowicz*

1. Integralną częścią niniejszego sprawozdania są Załączniki: nr 1, nr 2.
2. Niniejsze sprawozdanie może być powielane wyłącznie w całości. Fragmentaryczne kopiowanie tego dokumentu wymaga pisemnej zgody Laboratorium Badań EMC Instytutu Łączności i wyraźnego stwierdzenia, że jest to część sprawozdania z badań.
3. Wyniki pomiarów przedstawione w sprawozdaniu odnoszą się do sytuacji aktualnej w dniu wykonania badań.

ZAŁĄCZNIKI DO SPRAWOZDANIA Z BADAŃ

Nr 0110101010/RLAN_OPO01

str.:

- Załącznik nr 1: Wyniki badań natężenia pola elektrycznego o częstotliwości radiowej wytwarzanego przez punkty dostępowe RLAN 9
- Załącznik nr 2: Fotografie punktów dostępowych badanej sieci RLAN 15

ZAŁĄCZNIK NR 1

Wyniki badań natężenia pola elektrycznego o częstotliwości radiowej wytwarzanego przez punkty dostępowe RLAN

A. Przedmiot i miejsce badań

Badano: Natężenie pola elektrycznego o częstotliwości radiowej wytwarzane przez punkty dostępowe RLAN.

Badania wykonano w pionach pomiarowych na korytarzach i w pomieszczeniach, w miejscach, w których jest możliwe przebywanie uczniów, nauczycieli i pracowników szkoły (por. Rys. 1a ÷ Rys. 1c).

B. Warunki badań

Pomiary w punktach wyznaczonych na korytarzach i w pomieszczeniach, wykonano w następujących warunkach:

Warunki środowiskowe	Początek badań	Koniec badań
Temperatura	+23°C ±2°C	+22°C ±2°C
Wilgotność względna	45% ±5%	45% ±5%

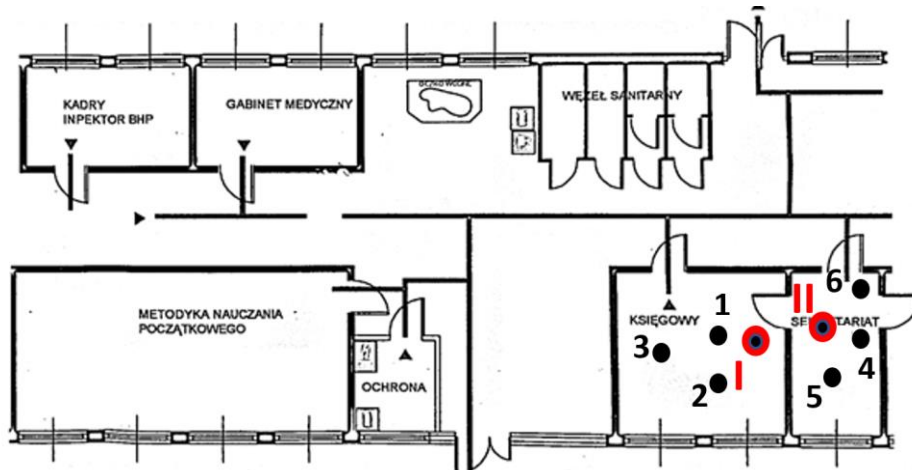
Pomiary natężenia pola elektrycznego w otoczeniu punktów dostępowych RLAN wykonano w pionach pomiarowych na wysokości od 0,3 m do 2 m stosując procedurę opisaną w p. 12.

Zmierzone wartości natężenia pola elektrycznego, wyrażone w [V/m], zaokrąglono do jednego miejsca znaczącego po przecinku.

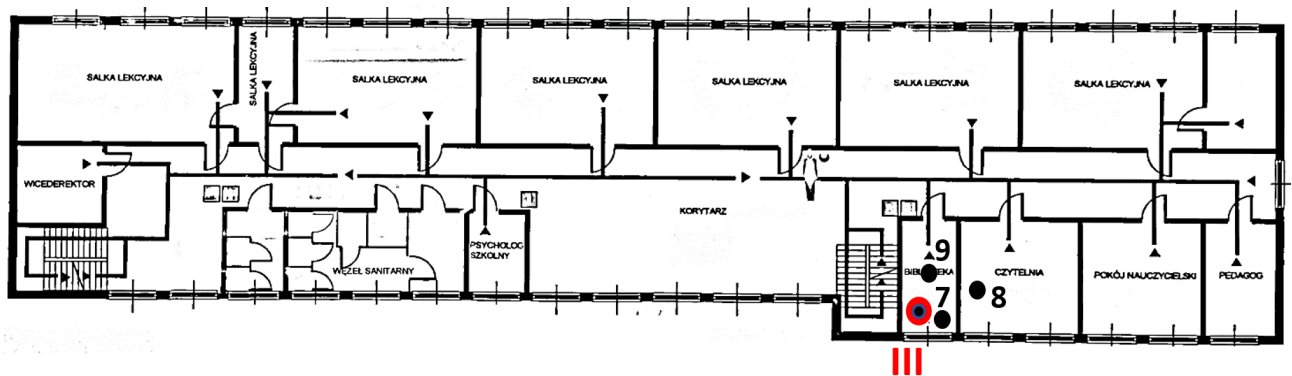
W niniejszym sprawozdaniu niepewność wyników pomiaru podano w postaci niepewności rozszerzonej ($k = 2$), której odpowiada poziom ufności 95%.

C. Badany obiekt

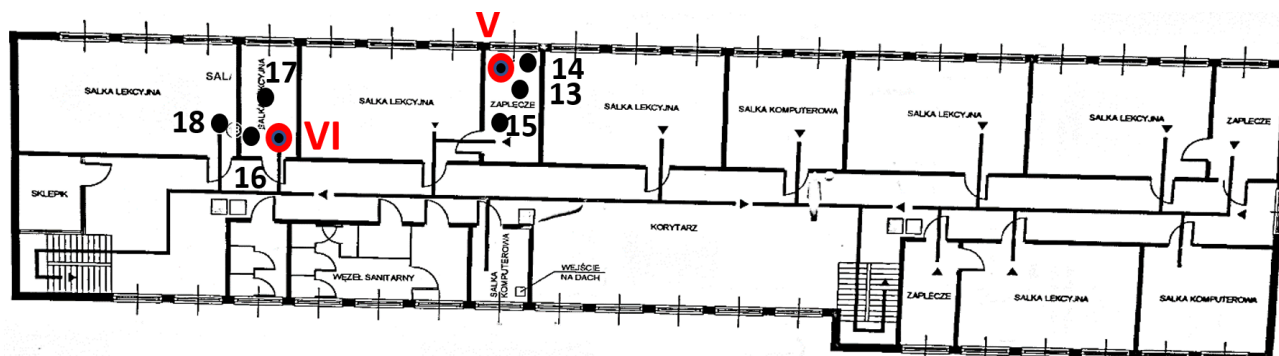
Lokalizację punktów pomiarowych przedstawiono na Rys. 1a ÷ Rys. 1c.



Rys. 1a: Plan rozmieszczenia punktów pomiarowych – Parter, kolorem czerwonym oznaczono lokalizację punktów dostępnych



Rys. 1b: Plan rozmieszczenia punktów pomiarowych – I Piętro, kolorem czerwonym oznaczono lokalizację punktów dostępnych



Rys. 1c: Plan rozmieszczenia punktów pomiarowych – II Piętro, kolorem czerwonym oznaczono lokalizację punktów dostępowych

Legenda:

1 ÷ 18 – punkty pomiarowe;

I,II,III,V,VI – punkty dostępowe model EAP115 (por. opis w p. 10).

IV – punkt dostępowy model RT-N18U (por. opis w p. 10).

D. Wyniki badań

D.1 Zmierzone wartości natężenia pól elektrycznych, w pionach pomiarowych na wysokości od 0,3 m do 2 m, pomiary selektywne w otoczeniu punktów dostępowych RLAN

W Tabeli D.1 przedstawiono wartości natężenia pól elektrycznych E_{zm} zmierzone oraz odpowiednie wartości natężenia pól elektrycznych E obliczone z uwzględnieniem oszacowanej rozszerzonej niepewności pomiaru U , a także procent wykorzystania wartości dopuszczalnej natężenia pola elektrycznego, w pionach pomiarowych od 1 do 18, przedstawionych na Rys. 1a ÷ Rys. 1c.

Tabela D.1: Zestawienie wyników pomiarów natężenia pól elektrycznych, pomiary selektywne w otoczeniu punktów dostępowych sieci RLAN

1	2	3	4	5	6
Lok.	F ₁	F ₂	E _{zm}	E	p
	[MHz]	[MHz]	[V/m]	[V/m]	[%]
1./*	2400,0	2483,5	0,6	0,8	1,3
2.	2400,0	2483,5	0,2	0,3	0,5
3.	2400,0	2483,5	0,2	0,3	0,5
4./*	2400,0	2483,5	0,6	0,8	1,3
5.	2400,0	2483,5	0,1	0,1	0,2
6.	2400,0	2483,5	0,3	0,4	0,7
7./*	2400,0	2483,5	0,9	1,2	2,0
8.	2400,0	2483,5	0,7	0,9	1,5
9.	2400,0	2483,5	0,5	0,7	1,1
10.	2400,0	2483,5	0,2	0,3	0,5
11.	2400,0	2483,5	0,1	0,1	0,2
12.	2400,0	2483,5	0,4	0,5	0,8
13./*	2400,0	2483,5	0,9	1,2	2,0
14.	2400,0	2483,5	1,0	1,3	2,1
15.	2400,0	2483,5	0,3	0,4	0,7
16./*	2400,0	2483,5	0,3	0,4	0,7
17.	2400,0	2483,5	0,2	0,3	0,5
18.	2400,0	2483,5	0,3	0,4	0,7

/* Pion pomiarowy zlokalizowany pod punktem dostępowym lub w bezpośrednim sąsiedztwie.

Opis pól w Tabeli D.1:

1. Lok. – oznaczenie lokalizacji pionu pomiarowego.
2. F_1 – częstotliwość dolna podzakresu pomiarowego.
3. F_2 – częstotliwość górna podzakresu pomiarowego.
4. E_{zm} – zmierzona wartość natężenia pola elektrycznego w zakresie częstotliwości od F_1 do F_2 .
Uwaga: W przypadku $E_{zm} < 0,1$ V/m do dalszych obliczeń przyjęto $E_{zm} = 0$ V/m.
5. E – obliczona wartość natężenia pola elektrycznego z uwzględnieniem oszacowanej rozszerzonej niepewności pomiaru U , na podstawie zależności: $E = U \times E_{zm}$.

6. p – procent wykorzystania wartości dopuszczalnej natężenia pola elektrycznego w zakresie częstotliwości od F_1 do F_2 , obliczony na podstawie zależności:

$$p = \frac{E}{ME_{gr}} \times 100\% ,$$

gdzie: ME_{gr} – wartość dopuszczalna natężenia pola elektrycznego, określona w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r., wynosząca dla zakresu częstotliwości 2 GHz ÷ 300 GHz, $E = 61$ V/m.

D.2 Obliczone wartości wskaźnikowe WM_E w pionach pomiarowych w otoczeniu punktów dostępowych RLAN

W Tabeli D.2 przedstawiono obliczone wartości wskaźnikowe WM_E w pionach pomiarowych od 1 do 18 w otoczeniu punktów dostępowych RLAN, przedstawionych na Rys. 1a ÷ Rys. 1c.

Wartości wskaźnikowe dla pola elektrycznego WM_E obliczono na podstawie zależności:

$$WM_E = \sum_i \frac{E(f_i)^2}{ME_{gr}(f_i)^2} .$$

Tabela D.2: Zestawienie obliczonych wartości wskaźnikowych WM_E

1	2
Lok.	WM_E
1.	0,00
2.	0,00
3.	0,00
4.	0,00
5.	0,00
6.	0,00
7.	0,00
8.	0,00
9.	0,00
10.	0,00
11.	0,00
12.	0,00
13.	0,00
14.	0,00
15.	0,00
16.	0,00
17.	0,00
18.	0,00

Opis pól w Tabeli D.2:

1. Lok. – oznaczenie lokalizacji pionu pomiarowego.
2. WM_E – obliczona wartość wskaźnikowa dla pola elektrycznego.

----- Koniec Załącznika nr 1 -----

Badania wykonali:

inż. Bartosz Głowacz *Głowacz*.....

Agnieszka Michałowska *Michałowska*.....

mgr inż. Jagoda Wierzbicka *Wierzbicka*.....

Załącznik sporządziła:

mgr inż. Joanna Kalina *Kalina*.....

Sprawdził, zatwierdził i autoryzował: Kierownik LB-EMC:

mgr inż. Marek Jermakowicz *M. Jermakowicz*.....

ZAŁĄCZNIK NR 2

Fotografie punktów dostępowych badanej sieci RLAN



Fot. 1: Punkt dostępowy model EAP115



Fot. 2: Punkt dostępowy model RT-N18U